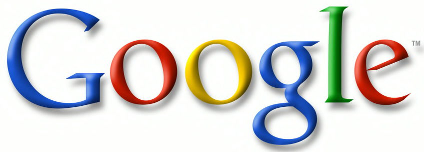






SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

JAHRGANG 1883.

ERSTER HALBBAND. JANUAR BIS MAI.

STÜCK I—XXVI MIT SECHS TAFELN.

BERLIN, 1883.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION IN FERD. DÜMMLER'S VERLAGS-BUCHHANDLUNG
HARRWITZ UND GOSSMANN.

INHALT.

1883.
I.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

11. Januar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

1. Hr. Rammelsberg las: Beiträge zur Kenntniss der vanadinsauren und phosphorsauren Salze.

Die Mittheilung folgt umstehend.

2. Am 28. December 1882 starb Hr. Justus Olshausen, ordentliches Mitglied der philosophisch-historischen Classe.

Beiträge zur Kenntniss der vanadinsauren und phosphorsauren Salze.

Von C. Rammelsberg.

I.

Die Vanadate der Alkalimetalle.

Berzelius hat bekanntlich seine Erfahrungen in diesem Gebiet auf die kurze Beschreibung zweier Arten von Salzen beschränkt, nämlich weisser Salze, welche er neutrale nannte, und rother, welche er als zweifach saure bezeichnete. Allein mit Ausnahme des Ammoniaksalzes, welches wir heute als $AmVO^3$ kennen, finden wir bloss eine Wasserbestimmung bei seinem zweifach vanadinsauren Kali angeführt, sonst aber keine analytische Untersuchungen, woran ihn wohl die geringe Menge Vanadin gehindert haben mag, mit deren Hülfe er die zahlreichen Versuche in seiner klassischen Arbeit über das seltene Element vor 52 Jahren durchzuführen gezwungen war.

Carl von Hauer theilte in den Jahren 1856, 1859 und 1860 Versuche über die Vanadate von Ammonium, Natrium, Baryum, Strontium und Calcium mit,[1] jedoch nicht nach einem bestimmten Plan, und ohne die Krystallformen zu bestimmen, welche Lücke, wenigstens bezüglich der Erdsalze, später von Grailich theilweise ausgefüllt wurde.

Roscoe, welcher den Irrthum, in welchen Berzelius in Hinsicht auf das Atomgewicht des Vanadins und der Sauerstoffmultipeln seiner Oxyde verfallen war, aufdeckte, hat seine Forschungen nur auf einzelne Vanadate ausgedehnt, während Carnelley die Thalliumsalze untersuchte.

Schon aus diesen Arbeiten ergab sich, dass die Vanadinsäure weit mehr als bloss zwei Sättigungsstufen bildet.

Im Jahre 1875 theilte Blomstrand eine grössere Zahl von Formeln mit, welche sich für die Vanadate der Alkalien und der Erden aus einer Untersuchung von Norblad in Upsala ergeben hatten,[2]

[1] J. f. pr. Chem. 69, 385; 76, 156; 80, 324.
[2] Ber. d. d. chem. Ges. 8, 126.

allein diese Arbeit ist bis jetzt, wie es scheint, bei uns unbekannt geblieben. Inzwischen hatte ich selbst dieses Gebiet in Angriff genommen, unterstützt durch grössere Mengen von Vanadinsäure, welche ich aus südamerikanischen Erzen (Vanadinit und Descloizit) darstellen liess. Um die von mir erlangten Resultate mit denen Norblad's vergleichen zu können, hatte Prof. Blomstrand in Lund die Güte, mir das Original mitzutheilen,[1] und ich habe die wichtigsten Punkte in die nachfolgende Abhandlung aufgenommen.

Meine Untersuchungen beschränken sich auf die Alkalisalze. Die basischen und normalen wurden auf trockenem Wege, die sauren aus jenen durch Einwirkung von Essigsäure oder Salpetersäure dargestellt. Diese gelben, rothen oder orangefarbigen sauren Salze werden, wenn man sie durch Erhitzen entwässert, unlöslich, und ebensolche unlösliche Salze erhält man, wenn man die Carbonate der Alkalien oder die normalen Vanadate mit einer bestimmten grösseren Menge Vanadinsäure schmilzt, ein Umstand, der zu weiteren Versuchen auffordert.

Zur Trennung des Vanadins von Kalium, Natrium oder Lithium wurde die Lösung mit essigsaurem Blei und ein wenig Ammoniak gefällt, das Filtrat durch kohlensaures Ammoniak vom Blei befreit und das Alkali als Sulfat bestimmt, während der Bleiniederschlag in Salpetersäure gelöst, das Blei durch Schwefelsäure entfernt und die Vanadinsäure durch Abdampfen und schwaches Glühen erhalten wurde.

Vanadinsaures Ammoniak.

1. Normales Salz.

Von allen Vanadaten das bekannteste, da es wegen seiner Schwerlöslichkeit unter Umständen zur Vanadinbestimmung dient. Berzelius erhielt 77.59, Roscoe 77.75 Procent V^2O^5, während die Rechnung für Am^1VO^3 77.82 Procent V^2O^5 ergiebt.

Norblad führt an, dass man zuweilen deutliche Krystalle erhalte, welche mit denen von KVO^1 isomorph seien, jedoch theilt er keine Messungen mit.

Auch bei grossem Ammoniaküberschuss erhält man kein basischeres Salz in fester Form.

2. Zweifach saures Salz.

Das von Hauer als solches beschriebene Salz ist, wie wir weiterhin sehen werden, siebendrittelfach saures.

[1] Bidrag till kännedomen om Vanadiums Amfidsalter. Upsala Universitets Årsskrift 1873.

NORBLAD, welcher zur Darstellung den von BERZELIUS und von HAUER eingeschlagenen Weg betrat, giebt keine Beschreibung des Salzes, nur eine Analyse, nach welcher er allerdings



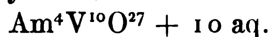
$$Am^2V^4O^{11} + 4\ aq$$

vor sich hatte.

Vanadin	41.81	4 V =	205.6	= 41.99
Ammonium	7.36	2 Am =	36	= 7.35
Wasser	15.00	11 O =	176	
		4 H^2O =	72	= 14.70
			489.6.	

3. Fünfhalbfach saures Salz.

Fügt man zur Lösung des normalen nur so viel Essigsäure, dass sie dauernd rothgelb gefärbt ist, so erhält man bei freiwilligem Verdunsten schöne rothe Krystalle,



$$Am^4V^{10}O^{27} + 10\ aq.$$

	a.	b.	c.			
Vanadin ...	42.56	42.66	42.87	10 V =	514	= 42.81
Ammonium .	5.88	5.89	5.78	4 Am =	72	= 6.02
				27 O =	432	
				10 H^2O =	180	= 15.03
					1198.	

Dieses Salz enthält nur 1 Procent Vanadin mehr als das vorige, bei fast gleicher Wassermenge. Meine Ammoniumbestimmungen erlauben aber nicht, es für identisch mit jenem zu halten. Überdies werden wir die gleiche Sättigungsstufe auch bei einem Natronsalze finden.

Die Krystalle gehören dem viergliedrigen System an. Es sind Combinationen des zweiten Prismas a mit einem Quadratoktaeder o, der Endfläche c und zwei Vierflächnern s und t aus der Endkantenzone von o.

o = a : a : c   a = a : ∞ a : ∞ c
s = a : 1/2 a : c   c = c : ∞ a : ∞ c
t = a : 1/3 a : c

a : c = 1 : 0.7595.

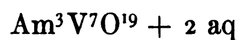
		Berechnet	Beobachtet
o	2 A =		* 117° 40′
	2 C =	94° 6′	94 30
	o : a =	121 10	121 30
	c =	132 57	133 0
s	2 X =	134 40	
	2 Y =	115 14	
	2 Z =	119 0	

		Berechnet	Beobachtet
	s : a =	140° 25′	
	c =	120 30	
	o =	160 45	160° 45′
t	2 X =	146 4	
	2 Y =	131 14	
	2 Z =	134 42	
	t : a =	151 8	151 5
	o =	150 2	150 0
	s =	169 17.	

Die Vierkantner s und t, welche immer nur schmale Abstumpfungen der Kanten a o bilden, sind nur unvollzählig vorhanden, die Krystalle überhaupt durch Vorherrschen einer Fläche o und Zurücktreten der a unsymmetrisch ausgebildet.

4. Siebendrittelfach saures Salz.

Aus essigsaurer Lösung erhielt ich nur einmal diese Verbindung in Gestalt eines schwerlöslichen, pulverigen gelbrothen Salzes, dessen Analyse auf die Formel

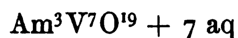


$$Am^3V^7O^{19} + 2\ aq$$

führt.

Vanadin	47.93	7 V = 359.8	= 47.73
Ammonium	7.23	3 Am = 54	= 7.16
		19 O = 304	
		2 H^2O = 36	
		753.8.	

Dieselbe Sättigungsstufe hat Hauer[1] als Divanadat beschrieben, was seiner Analyse widerspricht, weil dieselbe Am : V = 1 : 2.34 giebt. Danach hätten



$$Am^3V^7O^{19} + 7\ aq$$

gehabt

Vanadin	42.37	7 V = 359.8	= 42.64
Ammonium	6.35	3 Am = 54	= 6.40
		19 O = 304	
		7 H^2O = 126	= 14.93
		843.8.	

Ich möchte indessen glauben, dass Hauer das Salz $Am^4V^{10}O^{27} + 10\ aq$ unter Händen gehabt hat. Eine krystallographische Bestimmung seinerseits würde darüber entschieden haben.

[1] J. f. pr. Chem. 69, 385 und 80, 324.

5. Dreifach saures Salz.

Bei grösserem Zusatz von Essigsäure zum normalen, gleich wie aus der Mutterlauge vom fünfhalbfachen scheidet sich beim Erhitzen ein gelbes krystallinisches Pulver ab, während die Flüssigkeit sich entfärbt. In ähnlicher Art hat NORBLAD es dargestellt, der es als ein goldglänzendes Pulver erhielt, welches bei 350° alles Ammoniak verliert.

	Rg. a.	b.	c.	d.
Vanadin	51.05	50.71	50.98	50.39
Ammonium	6.17	6.14	6.26	6.14

	Norbl. a.	b.	c.	d.
Vanadin	51.29	51.29		
Ammonium	6.08	6.08	5.87	5.94.

AmV^3O^8

$3\ V = 154.2 = 51.36$
$Am = 18 = 6.00$
$8\ O = 128$
$300.2.$

HAUER giebt an, dass sein vermeintliches Divanadat bei mehrfachem Umkrystallisiren sich in leichtlösliche grosse rothe Krystalle verwandle, die er wiederum leider nicht näher bestimmt hat. Ihre Analyse führt aber auf ein Hydrat des Trivanadats,

$AmV^3O^8 + 3\ aq.$

	a.	b.		
Vanadin ..	43.17	43.32	$3\ V = 154.2$	$= 43.54$
Ammonium	5.31	4.87	$Am = 18$	$= 5.08$
			$8\ O = 128$	
			$3\ H^2O = 54$	
			354.2.	

Weder NORBLAD noch mir ist die Darstellung eines krystallisirten wasserhaltigen Ammoniumtrivanadats gelungen.

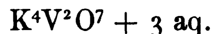
Vanadinsaures Kali.

1. Drittelvanadat.

Durch Zusammenschmelzen von 1 Mol. V^2O^5 und 3 Mol. K^2CO^3 entsteht eine gelblichweisse krystallinische Masse, welche durch Wasser, wie wir weiterhin sehen werden, in freie Basis und Halbvanadat zersetzt wird.

2. Halbvanadat.

Die alkalische Lösung des Drittelvanadats liefert bei starker Concentration undeutliche weisse Krystalle des Salzes. Nach den übereinstimmenden Versuchen von mir und Norblad ist es



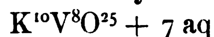
$$K^4V^2O^7 + 3\ aq.$$

	R.	N.		
Vanadin	24.26	23.19 — 24.04	2 V = 102.8	= 24.20
Kalium	36.35	36.56	4 K = 156	= 36.72
Wasser		12.62 — 13.75	7 O = 112	
			3 HO = 54	= 12.71
			424.8.	

Norblad dampfte eine Lösung von KVO^3 mit HKO stark ein, und erhielt das Salz in gut ausgebildeten, jedoch zerfliesslichen angeblich zwei- und eingliedrigen Krystallen der Combination o, o′, a, b. Messungen fehlen. Über Schwefelsäure verlieren sie 1 Mol., bei 100° 2 Mol. und beim Schmelzen alles Wasser.

3. Vierfünftelvanadat.

Setzt man der Mutterlauge des vorigen so viel Essigsäure hinzu, dass die entstehende Färbung nach längerem Erwärmen wieder verschwindet, so setzen sich beim Verdunsten weisse kugelig gruppirte feine Krystalle ab, welche der Analyse nach



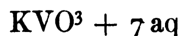
$$K^{10}V^8O^{25} + 7\ aq$$

sind.

	a.	b.		
Vanadin .	30.97	30.95	8 V = 411.2	= 30.97
Kalium . .	29.62	29.64	10 K = 390	= 29.38
			25 O = 400	
			7 H^2O = 126	= 9.48
			1327.2.	

4. Normales Salz.

Durch Schmelzen gleicher Mol. V^2O^5 und K^2CO^3 entsteht eine weisse krystallinische Masse, deren Lösung undeutliche Krystalle von



$$KVO^3 + 7\ aq$$

gab.

Vanadin	19.57	V = 51.4	= 19.44
		K = 39	= 14.75
		3 O = 48	
		7 H^2O = 126	= 47.66
		264.4.	

NORBLAD erhielt durch Auflösen von Vanadinsäure in Kalilauge, Neutralisiren mit Essigsäure und Eindampfen mikroskopische, farblose, linsenförmige Krystalle von

KVO^3

	a.	b.	c.	
Vanadin..	36.28	37.07	36.88	V = 51.4 = 37.14
Kalium...			28.43	K = 39 = 28.18
				3 O = 48
				138.4.

Ausserdem beschreibt NORBLAD zwei Hydrate. Das eine bildete sich beim Kochen einer Lösung von Ammoniumdivanadat mit Kalilauge und erscheint in feinen, seidenglänzenden, kugelig gruppirten Nadeln, welche bei 110° ihren Wassergehalt verlieren. Die Analyse ergab

$KVO^3 + aq.$

	a.	b.		
Vanadin..	32.87	32.22	V = 51.4	= 32.86
Kalium...	25.23	25.52	K = 39	= 24.94
Wasser..	11.68	11.66	3 O = 48	
			H^2O = 18	= 11.51
			156.4.	

5. Anderthalbfach saures Salz.

Nur einmal habe ich diese Sättigungsstufe erhalten, als zu einer Lösung von KVO^3 Essigsäure gesetzt wurde. Es bildete sich ein braunrother krystallinischer Niederschlag, welcher in reinem Wasser schwerlöslich war.

Die Analyse führt zu

$K^4V^6O^{17} + 2\,aq.$

Vanadin	39.48	6 V = 308.4	= 39.93
Kalium	21.42	4 K = 156	= 20.20
Wasser	4.60	17 O = 272	
		2 H^2O = 36	= 4.66
		772.4.	

6. Zweifach saures Salz.

Es bildet sich vorzugsweise leicht, und scheidet sich in Form schöner goldglänzender Blätter oder Schuppen ab, wenn eine warme Lösung vom normalen Salz mit Essigsäure oder Salpetersäure versetzt wird und erkaltet. Beim Erhitzen verliert es Wasser und schmilzt zu einer rothbraunen Masse.

Auch NORBLAD beschreibt dieses Salz und sagt, es bilde rhombische Prismen mit den Hexaidflächen a und c, es verliere das Wasser

bei 200° C. und das zuvor geschmolzene sei fast unlöslich in Wasser. Es ist

$$K^2V^4O^{11} + 4\,aq.$$

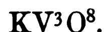
	R. a.	R. b.	N. a.	N. b.	
Vanadin	38.31	38.55	38.00	38.03	$4\,V = 205.6 = 38.67$
Kalium.	14.85		16.35		$2\,K = 78 = 14.67$
Wasser	14.77		13.78	13.66	$11\,O = 176$
					$4\,H^2O = 72 = 13.55$
					531.6.

Ein äusserlich ganz ähnliches und auf ähnliche Art dargestelltes Salz hält NORBLAD für ein anderes Hydrat, nämlich $2\,K^2V^4O^{11} + 7\,aq$. Er fand in demselben 38.96 V, 15.43 K und 12.06 H^2O, es dürfte indessen mit dem vorigen identisch sein.

Nach der Beschreibung, welche BERZELIUS von dem Divanadat giebt, möchte man gleichfalls an das Hydrat mit 4 aq denken, obwohl er den Wassergehalt nur 10.42 Procent angiebt, was allerdings 3 aq (10.53 berechnet) entspricht.

7. Dreifach saures Salz.

Die stark gefärbte Mutterlauge des vorigen gab beim Erhitzen eine gelbe pulverige Abscheidung, während die Flüssigkeit sich entfärbte. Jene ist

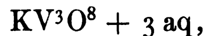


$$KV^3O^8.$$

Dieses höchst schwerlösliche Salz wurde auch bei NORBLAD's Versuchen unter gleichen Erscheinungen erhalten.

	R.	N. a.	N. b.	
Vanadin	48.45	48.02	47.57	$3\,V = 154.2 = 48.01$
Kalium.	11.54	11.58	12.89	$K = 39 = 12.14$
				$8\,O = 128$
				321.2.

Ausserdem aber erwähnt NORBLAD auch des Hydrats



$$KV^3O^8 + 3\,aq,$$

welches sich aus der sauren Flüssigkeit als krystallinisches braunes, in Wasser unlösliches Pulver abgeschieden hatte.

	a.	b.	
Vanadin.	40.51	40.84	$3\,V = 154.2 = 41.10$
Kalium .	10.35		$K = 39 = 10.39$
Wasser .	14.81	14.88	$8\,O = 128$
			$3\,H^2O = 54 = 14.39$
			375.2.

Vanadinsaures Natron.

1. Drittelvanadat.

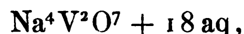
Direct dargestellt, bildet Na^3VO^4 eine weisse krystallinische Masse. ROSCOE erhielt aus ihrer Lösung feine Nadeln von

$$Na^3VO^4 + 16\,aq.$$

2. Halbvanadat.

Die Drittelvanadate von Kalium und Natrium verhalten sich gegen Wasser ganz gleich; sie werden in Halbvanadat und freie Basis zersetzt, wie ROSCOE dies beim Natronsalz zuerst beobachtete.

Die farblosen, durchsichtigen Krystalle des Halbvanadates enthalten 18 Mol. Wasser,



$$Na^4V^2O^7 + 18\,aq,$$

welche Formel bereits ROSCOE aufstellte, und die auch aus meinen und NORBLAD's Versuchen folgt.

	R.	N. a.	N. b.		
Vanadin...	15.72	16.15		2 V = 102.8	= 16.30
Natrium..		14.77	14.68	4 Na = 92	= 14.59
Wasser ...	51.36	51.59	51.86	7 O = 112	
				$18\,H^2O$ = 324	= 51.36
				630.8.	

Die Krystalle gehören dem sechsgliedrigen System an. Es sind Combinationen zweier Dihexander, des ersten Prismas und der Endfläche.

$d = a : a : \infty a : c \qquad p = a : a : \infty a : \infty c$

$d^2 = a : a : \infty a : 2c \qquad c = c : \infty a : \infty a : \infty a$

$a : c = 1 : 0.962.$

	Berechnet.	Beobachtet.
d { 2 A =	136° 22′	
d { 2 C =	96 0	96° 30′
d^2 { 2 A =	125 44	
d^2 { 2 C =	131 36	
c : d =		* 132 0
d^2 =	114 22	114—115°
p : d =	138 0	
d^2 =	155 48	156 ungef.

Sie bilden sehr dünne Tafeln nach c, an deren Rändern die übrigen Flächen erscheinen. welche etwas matt sind. Da die Krystalle an der Luft verwittern, so sind genaue Messungen nicht möglich.

Sie sind optisch einaxig und geben das Interferenzbild solcher Krystalle sehr schön.

Hiernach ist Norblad's Angabe, sie seien zwei- und eingliedrig, zu berichtigen.

3. Normales Salz.

In Ermangelung eigener Versuche bemerke ich bloss, dass



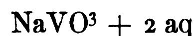
$NaVO^3$

von Roscoe sowohl, wie von Norblad dargestellt wurde. Letzterer sättigte die Lösung des Halbvanadats mit Kohlensäure, dampfte ab und zog das Natroncarbonat durch Wasser aus, löste den Rest in heissem Wasser und erhielt durch langsames Verdampfen in der Wärme mikroskopische Krystalle. Auch aus dem Divanadat und Natronlauge stellte er das Salz dar. Er fand

	a.	b.		
Vanadin . .	39.19	38.94	V = 51.4	= 42.00
Natrium . .	19.53		Na = 23	= 18.79
			3 O = 48	
			122.4.	

Die Vanadinbestimmungen können mithin nicht richtig sein.

Auch ein Hydrat



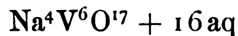
$NaVO^3 + 2\,aq$

hat Norblad beim Verdunsten der Lösung über Schwefelsäure in warzenförmig gruppirten Prismen erhalten. Auch nach dem Schmelzen, wobei es ein Aufglühen wie die Säure selbst zeigt, löst es sich, obwohl langsam, in Wasser.

	a.	b.		
Vanadin . .	32.34	32.49	V = 51.4	= 32.45
Natrium . .	15.12	14.84	Na = 23	= 14.52
Wasser . . .	22.03	22.11	3 O = 48	
			$2\,H^2O$ = 36	= 22.73
			158.4.	

4. Anderthalbfach saures Salz.

Fügt man zur Lösung des Halbvanadats Essigsäure bis zur intensiven Färbung, so schiessen beim Verdunsten schöne rothe Krystalle an, welche



$Na^4V^6O^{17} + 16\,aq$

sind.

	a.	b.		
Vanadin	32.46	32.06	6 V = 308.4	= 32.11
Natrium	9.19	9.49	4 Na = 92	= 9.58
			17 O = 272	
			$16\,H^2O$ = 288	= 30.00
			960.4.	

Die Krystalle gehören dem eingliedrigen System an. Es sind eingliedrige Dodekaide, gebildet aus den Flächen

$$p = a : b : \infty c \quad q = b : c : \infty a \quad r = a : c : \infty b$$
$$p' = a : b' : \infty c \quad q' = b' : c : \infty a \quad r' = a' : c : \infty b,$$

zu denen sich die Endfläche $c = c : \infty a : \infty b$ und die Fläche $\frac{q'}{2} = 2b' : c : \infty a$ gesellen. Sie sind mitunter tafelartig nach c, und gewöhnlich ist die Zone c, r, r' die herrschende, während p und p' nur als Abstumpfung der Ecken erscheinen.

Hr. WEBSKY hat die Güte gehabt, die Krystalle zu messen und zu berechnen und ich füge einige eigene minder genaue Messungen hinzu.

$$a : b : c = 0.9189 : 1 : 1.025$$

$$A = 83^\circ 44' \quad \alpha = 83^\circ 52'$$
$$B = 91 \; 49 \quad \beta = 91 \; 19$$
$$C = 94 \; 41 \quad \gamma = 94 \; 31.$$

	Berechnet.	Beobachtet. W.	Beobachtet. R.
$p : p' =$	94° 34'		94° 10'
$q : q' =$	88 24.5		
$c : q =$		*137° 25.5'	137 30
$q' =$		*133 31	
$q' : \frac{q'}{2} =$	150 28		
$r : r' =$	96 6		
$c : r =$		*130 57	130 40
$r' =$		*132 57	133 0
$c : p =$	93 3	92 47	
$p' =$	84 38	84 57	
$p' : q =$	123 3	123 4	123 20
$q' =$	118 3	118 13	118 20
$r =$	120 42	120 53	120 45
$r' =$	128 9.5	128 8	
$q : r =$	116 16		116 20
$q' : r' =$		*113 47.5.	

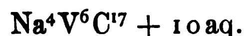
Sie verwittern an der Luft und zerfallen zu einem helleren Pulver.

Das wasserfreie Salz ist nach dem Schmelzen braunschwarz und löst sich weder in Wasser noch in Säure oder Ammoniak auf.

NORBLAD erhielt bei der Darstellung des Divanadats mehrmals Krystalle derselben Sättigungsstufe, jedoch nur 10 Mol. Wasser[1] enthaltend,

---

[1] Im schwedischen Original ist die Formel stets unrichtig, mit $9H^2O$, angegeben.



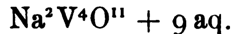
$Na^4V^6C^{17} + 10 aq.$

	a.	b.	
Vanadin....	35.70	35.81	$6 V = 308.4 = 36.18$
Natrium....		10.73	$4 Na = 92 = 10.80$
Wasser	20.80	20.76	$17 O = 272$
			$10 H^2O = 180 = 21.12$
			852.4.

5. Zweifach saures Salz.

Bei meinen Versuchen hat es sich niemals gezeigt, jedoch wird es von Hauer und von Norblad beschrieben. Ersterer sagt, es sei leichtlöslich und bilde grosse Krystalle, deren Form er indess nicht bestimmt hat. Schon Berzelius führt an, das zweifach vanadinsaure Natron bilde grosse orangerothe Krystalle, welche an der Luft verwittern, allein diese Angaben passen eben so gut auf das andertbalbfach saure Salz.

Hauer's Analyse und zwei Wasserbestimmungen Norblad's, welcher den bekannten (?) Eigenschaften des Salzes nichts hinzuzufügen hat, führen zu

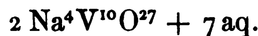


$Na^2V^4O^{11} + 9 aq.$

	H.	N. a.	N. b.	
Vanadin...	34.63			$4 V = 205.6 = 34.87$
Natrium...	7.50			$2 Na = 46 = 7.80$
Wasser ...	27.72	27.73	27.96	$11 O = 176$
				$9 H^2O = 162 = 27.48$
				589.6.

6. Fünfhalbfach saures Salz.

Wird eine concentrirte warme Lösung des Halbvanadats mit einem starken Überschuss von Essigsäure versetzt, so bildet sich eine braunrothe, deutlich krystallinische Fällung eines in Wasser kaum löslichen Salzes



$2 Na^4V^{10}O^{27} + 7 aq.$

Vanadin......	46.73	$10 V = 514 = 46.68$
Natrium......	8.17	$4 Na = 92 = 8.35$
Wasser	5.75	$27 O = 432$
		$3.5 H^2O = 63 = 5.72$
		1101.

7. Achtdrittelfach saures Salz.

Ich selbst habe kein saureres Natronsalz darzustellen vermocht als das vorige. NORBLAD beschreibt als Trivanadat mit 4.5 Mol. Wasser ein in jeder Hinsicht ähnliches; allein seine Analysen thun dar, dass darin Na : V nicht = 1 : 3, sondern = 1 : $2^2/_3$ ist. Es entspricht ihnen die Formel

$$Na^6V^{16}O^{43} + 24aq.$$

	a.	b.		
Vanadin....	39.88	39.42	16V = 822.4	= 39.53
Natrium....	6.63	6.70	6Na = 138	= 6.63
Wasser		20.47	43O = 688	
			$24H^2O$ = 432	= 20.77
			2080.4.	

Vanadinsaures Lithion.

BERZELIUS sagt, er habe zwei leichtlösliche Salze erhalten, das neutrale, welches farblos sei und in strahligen Krystallgruppen anschiesse, und das zweifach saure, welches grosse orangerothe, an der Luft verwitternde Krystalle bilde. Die Zusammensetzung dieser Salze scheint BERZELIUS nicht untersucht zu haben.

Ich werde nun die Lithionvanadate beschreiben, welche ich erhalten habe, und bemerke zunächst, dass die Darstellung der basischeren durch Schmelzen von Vanadinsäure mit kohlensaurem Lithion besser geschieht, wenn man statt dieses das salpetersaure Salz verwendet.

1. Drittel vanadinsaures Lithion.

Beim Erhitzen von 1 Mol. Vanadinsäure mit 3 Mol. Lithioncarbonat tritt auch in der Glühhitze keine Schmelzung ein. Das gelbe Pulver ist in Wasser unlöslich. (1.)

Auch beim Schmelzen der Säure mit weniger als 6 Mol. Lithionnitrat bildet sich eine gewisse Menge dieses basischsten Salzes, welches beim Auskochen mit Wasser ungelöst bleibt. (2.)

Zur Analyse wurden die Proben in verdünnter Salpetersäure gelöst.

	1.	2.
Vanadin	37.81	37.63
Lithium	15.10	15.01
Wasser	0.50	0.97

$$Li^3VO^4$$

V =	51.4 =	37.61
3Li =	21.0 =	15.39
4O =	64.0	
	136.4.	

2. Halbvanadinsaures Lithion.

Die Schmelze von 1 Mol. Vanadinsäure und 4 Mol. Lithionnitrat liefert eine Lösung, aus welcher sich nach freiwilligem Verdunsten bis zum anfangenden Dickflüssigwerden weisse Krystallmassen von undeutlicher Form abscheiden. 1.569 gaben 0.893 V^2O^5 und 1.174 Li^2SO^4. Hieraus folgt

$Li^4V^2O^7 + 4$ aq.

Vanadin	32.04	2V =	102.8 =	32.66
Lithium	9.52	4Li =	28.0 =	8.90
		7O =	112	
		$4H^2O$ =	72	
			314.8.	

3. Zweidrittel vanadinsaures Lithion.

Aus der Lösung des Drittel-Vanadats in möglichst wenig Salpetersäure erhielt ich weisse feinstrahlige Krystallgruppen, welche sich in Wasser nicht ganz leicht lösen.

Die Analysen beziehen sich auf Proben von verschiedener Darstellung und führen zu

$Li^6V^4O^{13} + 15$ aq

	1.	2.			
Vanadin	28.63	27.84	4V =	204.8 =	28.26
Lithium	5.69	5.82	6Li =	42 =	5.80
			13O =	208	
			$15H^2O$ =	270 =	37.25
				724.8.	

4. Einfach vanadinsaures Lithion.

Die Schmelze von 1 Mol. Säure und 1 Mol. Lithioncarbonat löst sich in Wasser und liefert im Exsiccator eine gelblichweisse krystallinische Salzmasse. In Wasser ziemlich leicht löslich.

a) 2.68 verloren beim Erhitzen 0.716 und schmolzen zu weisser krystallinischer Masse.

b) 1.399 lieferten 0.895 V^2O^5 und 0.606 Li^2SO^4.

Hiernach ist das Salz

$LiVO^3 + 2$ aq

Vanadin	36.00	V =	51.4 =	36.10
Lithium	5.51	Li =	7 =	4.92
Wasser	26.72	3O =	48	
		$2H^2O$ =	36 =	25.28
			142.4.	

5. Sechsfünftel vanadinsaures Lithion.

Eine mit wenig Essigsäure versetzte rothe Lösung des vorigen lieferte erst bei sehr starker Concentration durchsichtige rothe Krystalle, welche sich, weil sie rasch verwitterten, nicht genauer bestimmen liessen. Dieses Salz ist sehr leicht löslich. 2.89 gaben 1.785 V^2O^5 und 0.892 Li^2SO^4. Hiernach ist es

$$Li^{10}V^{12}O^{35} + 30\,aq$$

Vanadin	34.73	12 V = 616.8 = 34.52
Lithium	3.93	10 Li = 70 = 3.92
		35 O = 560
		30 H^2O = 540
		1 786.8.

6. Vierdrittel vanadinsaures Lithion.

Aus Lösungen von normalem und Drittelvanadat in verdünnter Essigsäure wurden kleine rothe durchsichtige Krystalle eines ziemlich leichtlöslichen Salzes erhalten, welches der Analyse zufolge

$$Li^6V^8O^{23} + 12\,aq$$

ist. Denn 1.616 gaben 1.136 V^2O^5 und 0.524 Li^2SO^4

Vanadin	39.53	8 V = 411.2 = 39.65
Lithium	4.12	6 Li = 42 = 4.05
		23 O = 368
		12 H^2O = 216 = 20.82
		1 037.2.

Die Form der Krystalle ist wegen ihrer geringen Grösse und weil sie vielfach mit einander verwachsen sind, schwer zu bestimmen. Sie scheinen dem eingliedrigen System anzugehören und bilden ein vollständiges Dodekaid mit den Hexaidflächen a.

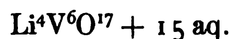
p = a : b : ∞c   q = b : c : ∞a   r = a : c : ∞b
p′ = a : b′ : ∞c   q′ = b′ : c : ∞a   r′ = a′ : c : ∞b.

Nach p, a, p′ sind sie prismatisch verlängert. Approximative Messungen ergaben:

p : p′ = 130° 30′	p : q′ = 121° 30′
a = 107 30	p′ : q = 131 40
p′ : a = 121 50	p : r = 105 0
a : r = 123 30	q : r = 130 0
r′ = 105 15	q′ : r = 132 0
r : r′ = 131 40	q : a = 99 45.
p : q = 128 6	

7. Anderthalbfach vanadinsaures Lithian.

Der farblosen Lösung von normalem Vanadat wurde etwas Salpetersäure hinzugefügt, die rothe Flüssigkeit gab beim Verdunsten das Salz in rothen Krystallen. Es ist



$$Li^4V^6O^{17} + 15\,aq.$$

Aus 1.988 wurden 1.258 V^2O^5 und 0.477 Li^2SO^4 erhalten

Vanadin	35.58	6 V = 308.4	= 35.11
Lithium	3.05	4 Li = 28	= 3.19
		17 O = 272	
		15 H^2O = 270	
		878.4.	

Die Krystalle erscheinen als Prismen p, deren scharfe Kante durch a abgestumpft ist. Die Flächen der Endigung, meist schlecht ausgebildet, sind eine herrschende schiefe Endfläche c, eine sehr kleine hintere r′ und zwei schmale Abstufungen der scharfen Kanten p c. Da die Flächen ihren Glanz sehr bald einbüssen, lassen sich die Winkel nur annähernd messen. Danach scheinen die Krystalle eingliedrig zu sein.

Beobachtet.

p : p′ = 80°	c : r′ = 134°
a = 130	c : o = 129
c : p = 119	o′ = 131
p′ = 94	o : p′ = 135
a : c = 107	o′ : p = 110½ .
r′ = 120¾	

Bei einem gleichen Versuch wurden kleine rothe Krystalle gewonnen, dasselbe Salz, jedoch mit nur 11 Mol. Wasser

Vanadin	37.76	6 V = 308.4	= 38.24
Lithium	3.66	4 Li = 28	= 3.47
		17 O = 272	
		11 H^2O = 198	
		806.4	

Ferner ist hervorzuheben, dass sich aus einer essigsauren Lösung des normalen Salzes ein braunrothes Salz absetzte, welches nur 3 Mol. Wasser enthielt.

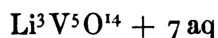
0.662 = 0.545 V^2O^5 und 0.230 Li^2SO^4

Vanadin	46.30	6 V = 308.4	= 46.56
Lithium	4.42	4 Li = 28	= 4.23
		17 O = 272	
		3 H^2O = 54	= 8.15
		662.4.	

Bei 100° verliert das Salz 1 Mol. Wasser = 2.71 (gefunden 2.87) Procent.

8. Fünfdrittelfach vanadinsaures Lithion.

Beim Erhitzen der Mutterlauge von $Li^6V^8O^{23} + 12\,aq$ auf dem Wasserbade schied sich ein körniges orangerothes Salz in reichlicher Menge ab, welches in kaltem Wasser sehr schwer löslich ist und sich als



$$Li^3V^5O^{14} + 7\,aq$$

zu erkennen gab.

$1.375 = 1.007\ V^2O^5$ und $0.354\ Li^2SO^4$

Vanadin	41.19	5 V = 257 = 40.92
Lithium	3.28	3 Li = 21 = 3.34
		14 O = 224
		7 H^2O = 126 = 20.07
		628.

Als zweifach saures Salz, dessen Darstellung mir nie gelang, beschreibt NORBLAD ein aus essigsaurer Lösung beim Abdampfen bis zur Syrupsconsistenz erhaltenes orangerothes Krystallpulver, welches beim Umkrystallisiren grössere Krystalle bildet, über deren Form er jedoch nichts mittheilt. Sie verwittern schnell. Dies ist jedoch keineswegs ein Divanadat, sondern das von mir beschriebene Fünfdrittelvanadat mit 12 Mol. Wasser,

$$Li^3V^5O^{14} + 12\,aq$$

	a.	b.	
Vanadin.....	36.36	36.29	5 V = 257 = 35.80
Lithium.....	2.90	3.06	3 Li = 21 = 2.92
Wasser	29.12	29.11	14 O = 224
			12 H^2O = 216 = 30.08
			718.

Kaum eine andere Säure bietet so zahlreiche Sättigungsstufen in ihren Salzen dar, wie die Vanadinsäure, denn es sind deren nicht weniger als 18 bekannt, obwohl einige wenige noch zweifelhaft sein dürften. In dieser Hinsicht steht sie der Molybdänsäure und der Wolframsäure nahe. Wenn die von HAUER und GERLAND beschriebenen Körper nicht ein Hydrat des Anhydrids, $V^2O^5 + H^2O$, sondern wirklich Vanadinsäure sind, so ist dieselbe, HVO^3, entsprechend der Metaphosphorsäure.

Allein mit den Phosphaten lassen sich die Vanadate direkt nicht vergleichen, wenngleich die $R''^3P^2O^8$ und die $R''^3V^2O^8$, gleichwie die $R''^4V^2O^9$ und die $R''^4P^2O^9$ isomorph sind. Denn es fehlt das Analogon der Phosphorsäure, und die Salze R'^3VO^4 von Kalium und Natrium

zersetzen sich durch Wasser nicht in freie Basis und HR'^2VO^4, sondern es resultirt ein minder basisches Salz, welches kein chemisch gebundenes Wasser enthält, und also nicht einem Phosphat, sondern einem Pyrophosphat analog zusammengesetzt ist. Ferner ist die grosse Zahl saurer Vanadate charakteristisch für die Säure und entfernt sie weit von der Phosphorsäure.

Um eine bestimmte Nomenklatur zu ermöglichen, ist in der vorliegenden Arbeit die Sättigungsstufe $R'VO^3 = R''V^2O^6$ als die normale oder einfache bezeichnet worden.

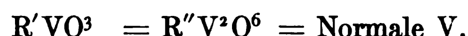
Als selbständig glaube ich blos folgende Sättigungsstufen betrachten zu dürfen:

Basische


$R'^8V^2O^9 = R''^4V^2O^9$ = Viertel-V.

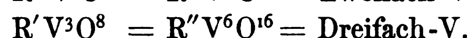

$R'^3VO^4 = R''^3V^2O^6$ = Drittel-V.


$R'^4V^2O^7 = R''^2V^2O^7$ = Halb-V.


$R'VO^3 = R''V^2O^6$ = Normale V.

Saure


$R'^2V^4O^{11} = R''V^4O^{11}$ = Zweifach-V.


$R'V^3O^8 = R''V^6O^{16}$ = Dreifach-V.

Alle übrigen sauren Salze erscheinen dann als Verbindungen theils von normalen und zweifach sauren, theils als solche von zweifach und dreifach sauren, gleichwie dies für abnorm zusammengesetzte Molybdate, Wolframiate, Silicate u. s. w. angenommen werden kann.

II.

Über Vanadinsaures Vanadinoxyd.

Bekanntlich hat Berzelius schon Verbindungen gleichen Namens beschrieben, welche jedoch noch nicht näher untersucht sind.

Beim Glühen einer schwarzen oxydhaltigen Vanadinsäure mit kohlensaurem Lithion blieb beim Lösen in Wasser ein schwarzer Rückstand, aus mikroskopischen Krystallen bestehend, der nur eine Spur Lithium enthielt.

Die Substanz löst sich in verdünnter Schwefelsäure oder in Salpetersäure mit blaugrüner Farbe und die Lösung giebt mit Ammoniak einen schwarzen Niederschlag und ein farbloses Filtrat.

0.687 gaben 0.711 V^2O^5 = 103.5 Procent = 58.20 V.

0.57 in schwefelsaurer Lösung ergaben mit übermangansaurem Kali 0.0244 O = 4.28 Procent.

Mithin ist die Verbindung

$$V^4O^9 = V^2O^5 + 2\,VO^2$$

Vanadin . . .	58.20	4 V = 205.6 =	58.81
Sauerstoff . .	41.32	9 O = 144 =	41.19
	99.52	349.6	100.

III.

Über die Pyrophosphate des Natrons.

I. Normales.

In Betreff dieses wohlbekannten Salzes, $Na^4P^2O^7 + 10aq$, sei nur bemerkt, dass seine Krystalle mitunter ein früher nicht beobachtetes vorderes Augitpaar a : b : $^1/_2$c aufweisen, und dass sie theils nach c und dem Flächenpaar q, theils nach der Vertikalzone oder den Flächen c, r, r′ prismatisch sind, letzteres namentlich dann, wenn sie aus Mutterlaugen des folgenden, die freie Essigsäure enthalten, anschliessen.

II. Saures.

GRAHAM zeigte, dass saures phosphorsaures Natron, H^2NaPO^4, durch passendes Erhitzen sich in das Pyrophosphat $H^2Na^2P^2O^7$ verwandelt. Er führt dann nur noch an, es sei sehr löslich und reagire sauer.

In seiner Abhandlung über die pyrophosphorsauren Salze[1] beschreibt SCHWARZENBERG die Darstellung dieses Salzes durch Auflösen des normalen in Essigsäure und Zusatz von Alkohol. Der krystallinische Niederschlag ist nach ihm $H^2Na^2P^2O^7$

		berechnet.	gefunden.
2 Na =	46 =	20.72	20.40
2 P =	62 =	27.93	27.57
2 H =	2 =	8.11 H^2O	8.43
7 O =	112		
	222.		

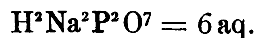
Ich versetzte die Lösung von normalem Pyrophosphat in der Wärme mit Essigsäure und erhielt dadurch das Salz beim Abkühlen in sehr ausgezeichneten Krystallen. Seine Zusammensetzung ergeben folgende Analysen:

1. 2.134 verloren beim Glühen 0.804 Wasser.
2. 2.442 verloren 0.92. Der Rest, mit kohlensaurem Natron geschmolzen, lieferte 1.684 $Mg^2P^2O^7$.
3. 2.925 verloren 1.117 und gaben 2.0 $Mg^2P^2O^7$.

[1] Ann. d. Chem. u. Pharm. 65, 133.

	Gefunden.		
	1.	2.	3.
Phosphor		19.22	19.09
Wasser	37.68	37.67	38.19.

Es ist mithin ein Hydrat mit 6 Mol. Wasser,



$$H^2Na^2P^2O^7 = 6\,aq.$$

$$\begin{array}{rcl} 2\,Na = & 46 = & 13.94 \\ 2\,P = & 62 = & 18.80 \\ 7\,O = & 112 & \\ 2\,H = & 2 = & 5.46\,H^2O \\ 6\,aq = & 108 = & 32.72\,aq \\ & 330. & \end{array} \Bigg\} \; 38.18$$

Die Krystalle verwittern an der Luft sehr bald. Über Schwefelsäure verlieren sie sämmtliches Krystallwasser, denn eine Probe hatte hierbei 31.66 Procent verloren, und gab dann beim Schmelzen noch 6.37 ab. Das Metaphosphat bildet ein klares Glas (Hexametaphosphat).

Die Krystalle, oft von ziemlicher Grösse, farblos und durchsichtig, gehören dem zweigliedrigen System an und sind Combinationen von

$$o = a : b : c$$

$$\frac{o}{3} = a : b : {}^1/_3c$$

$$q = b : c : \infty a$$

$$b = b : \infty a : \infty c$$

$$c = c : \infty a : \infty b$$

$$a : b : c = 0.492 : 1 : 1.647$$

		berechnet.	beobachtet.
o	2A =		*129° 30′
	2B =	59° 50′	59 23
	2C =		*150 0
o/3	2A =	139 46	139 30
	2B =	91 16	
	2C =	102 24	
	q : q =	62 32	62 35
	b =	148 44	147 30
	c =	121 16	121 25
	o : b =	115 15	115 15
	c =	105 0	105 0
	q =	119 55	120 0
	o/3 : b =	110 7	
	c =	128 48	128 35
	o =	156 12	156 15.

Spaltbar vollkommen nach c. Die Flächen o, q, c sind die herrschenden.

Aus der Mutterlauge dieser Krystalle beginnt sehr bald die Ausscheidung eines fein-krystallinischen Salzes, bald in grösserer, bald in geringerer Menge, welches sich als ein Doppelsalz vom normalem und saurem Pyrophosphat zu erkennen giebt. Unter Umständen (bei geringerem Gehalt der Flüssigkeit an Essigsäure) beobachtet man es auch vor der Bildung des krystallisirten Hydrats.

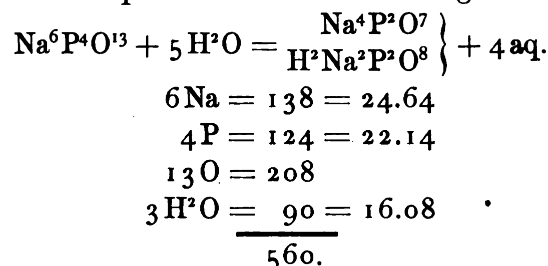
1. 1.762 verloren beim Glühen 0.289 und hinterliessen einen geschmolzenen weissen Rückstand.

2. 2.806 verloren 0.456 und gaben 2.219 $Mg^2P^2O^7$.

3. 1.82, welche zuvor im Wasserbade kurze Zeit getrocknet worden, verloren 0.27 und gaben 1.43 $Mg^2P^2O^7$.

	1.	2.	3.
Phosphor		22.09	21.95
Wasser	16.40	16.25	14.83.

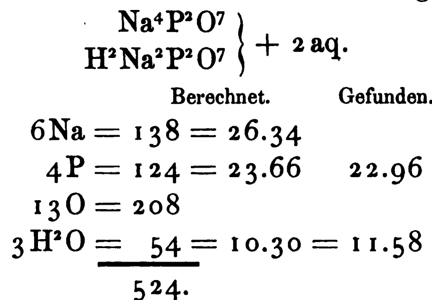
Diese Zahlen entsprechen einer Verbindung



$$Na^6P^4O^{13} + 5H^2O = \left.\begin{matrix} Na^4P^2O^7 \\ H^2Na^2P^2O^8 \end{matrix}\right\} + 4\,aq.$$

$$\begin{aligned} 6Na &= 138 = 24.64 \\ 4P &= 124 = 22.14 \\ 13O &= 208 \\ 3H^2O &= \underline{\ \ 90} = 16.08 \\ & \quad 560. \end{aligned}$$

No. 3 hatte etwas Wasser verloren, und in der That bleiben nach längerem Trocknen bei 100° nur 2aq im Salze, denn 1.883 einer derartigen Probe verloren beim Glühen 0.218 und gaben 1.56 $Mg^2P^2O^7$.



$$\left.\begin{matrix} Na^4P^2O^7 \\ H^2Na^2P^2O^7 \end{matrix}\right\} + 2\,aq.$$

		Berechnet.	Gefunden.
6Na	= 138	= 26.34	
4P	= 124	= 23.66	22.96
13O	= 208		
$3H^2O$	= 54	= 10.30	= 11.58
	524.		

Eine andere Probe gab 10.66 und 11.04 Wasser.

Das Salz verliert das Krystallwasser bei 200°—250°.

Beim Lösen wird es theilweise in beide Salze zersetzt, denn die kleinen prismatischen Krystalle, welche später anschiessen, sind das normale Pyrophosphat, scheinen aber nur 8 Mol. Wasser zu enthalten.

	Gefunden.	Berechnet. $Na^4P^2O^7 + 2\,aq$
Na		22.44
P	15.67	15.12
H^2O	35.70	35.12.

Doch waren sie vielleicht etwas verwittert, da eine andere Probe 14.52 Phosphor und 40.0 Wasser, also 10aq ergeben hat.

Einmal bildete sich nach diesem Doppelsalze eine ihm sehr ähnliche krystallinische Abscheidung des von Schwarzenberg beschriebenen wasserfreien sauren Pyrophosphats, denn die Analyse gab 26.45 Phosphor und 9.51 Wasser.

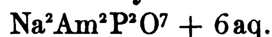
Nach Abscheidung der beschriebenen Salze krystallisirt aus den Mutterlaugen immer noch unverändertes normales Pyrophosphat, jedoch in feinen Prismen, welche von der Verticalzone der gewöhnlichen Form gebildet werden. No. 1 ist eine Analyse derselben, No. 2 eine solche von den gewöhnlichen Krystallen des Salzes.

	1.	2.	$Na^4P^2O^7 + 10\,aq$
Na			20.63
P	14.03		13.90
H^2O	41.67	40.36	40.36.

Die letzten undeutlichen Krystallanschüsse aus der essigsauren Mutterlauge enthalten phosphorsaures Natron, da sie Silbersalze gelb fällen.

Pyrophosphorsaures Ammoniak — Natron.

Schwarzenberg erhielt durch Neutralisiren der Lösung des sauren Pyrophosphats mit Ammoniak Krystalle von



$$Na^2Am^2P^2O^7 + 6aq.$$

Ich habe ihre Form näher untersucht. Sie gehören dem zwei- und eingliedrigen System an und stellen Combinationen von

$$p = a : b : \infty c$$
$$r = a : c : \infty b$$
$$r' = a' : c : \infty b$$
$$a = a : \infty b : \infty c$$
$$a : b : c = 1.8606 : 1 : 1.2635$$
$$o = 81^\circ\ 51'$$

dar.

	Berechnet.	Beobachtet.
p : p =	57° 0′	57° 0′
a =		*118 30
r : r′ =		*111 50
a : r =		*118 30

	Berechnet.	Beobachtet.	
a : r' =	129° 40'	129° 50'	
p : r =	107 44	107 40	
r' =	103 10	104	ungef.

Sie sind prismatisch nach der Verticalzone, und mit r oder r' aufgewachsen. An der Luft verwittern sie allmälig.

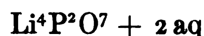
IV.

Über Lithionpyrophosphate.

Versetzt man eine Lösung von pyrophosphorsaurem Natron mit Chlorlithium, so entsteht nach NAHNSEN und CUNO[1] bei Vorherrschen des Lithionsalzes ein Niederschlag, welcher ein Gemisch der Pyrophosphate beider Metalle ist und in welchem ihr gegenseitiges Verhältniss sehr variirt.

Mithin ist das Verhalten hier ganz ebenso wie bei Anwendung von gewöhnlichem phosphorsaurem Natron und Zusatz von Ätznatron oder kohlensaurem Natron. Die Niederschläge sind als isomorphe Mischungen zu betrachten.

MERLING fand später[2], dass durch Auflösen einer solchen Pyrophosphatmischung in Essigsäure und Zusatz von Alkohol ein voluminöser Niederschlag entsteht, welcher frei von Natron und reines Lithionpyrophosphat



$$Li^4P^2O^7 + 2\,aq$$

ist. Dies ist richtig, wie folgende Analysen darthun:

	M.	RG.	RG.	Berechnet.
Lithium	11.88			11.77
Phosphor	26.23	26.20	26.00	26.05
Wasser	14.55	13.31	13.94	15.13.

Das Salz, ein krystallinisches Pulver bildend, verliert das Wasser bei 200° und schmilzt im Glühen zu einer weissen, undurchsichtigen Masse.

Dagegen liefert die Lösung des pyrophosphorsauren Natron-Lithions (aus 1 Mol. Natronsalz und 6 Mol. essigsauren Lithions gefällt) in Essigsäure beim Verdunsten krystallinische Producte, welche natronhaltig sind.

[1] LIEB. Ann. 182, 165.
[2] Ztschr. f. anal. Chem. 18, 563.

	I.	II.	III. Anschuss
Lithium ...	11.18	7.82	9.59
Natrium ...	2.23	4.82	7.18
Phosphor ..	25.49	20.24	26.83
Wasser ...	14.41	30.00	8.97

I. = $R^4P^2O^7 + 2\,aq$ Na : 16 Li
II. = $R^4P^2O^7 + 5\,aq$ Na : 5 Li
III. = $R^4P^2O^8 + aq$ Na : 4 Li.

	Berechnet		
	I.	II.	III.
Lithium ...	10.90	7.70	9.62
Natrium ...	2.24	5.05	7.90
Phosphor ..	25.64	20.49	26.63
Wasser ...	14.71	29.72	8.73.

Die Darstellung eines sauren Pyrophosphats $H^2Li^2P^2O^7$ aus dem Monophosphat H^2LiPO^4 ist mir nicht gelungen. Wenn letzteres durch Erhitzen sich in jenes verwandelt, muss es 8.65 Procent verlieren. Ein solcher Verlust tritt bei 210° ein.

Als der Rest mit Wasser behandelt wurde, blieb ein kleiner Theil ungelöst, aber dies ergab sich als $Li^4P^2O^7$, denn die Analyse gab gegen 13.6 Li 30.9 P, d. h. 2 Li : P.

Die Lösung, welche sauer reagirte, bildete zuletzt einen dicken Syrup, der beim Verdünnen und Erhitzen ein Salz abschied, welches im Wesentlichen $H^2Li^2P^2O^7 + aq$ zu sein scheint, wie eine Analyse ergab; aber mit Silbersalzen einen gelblichweissen Niederschlag lieferte, mithin nicht rein war.

V.

Saures Thalliumphosphat und Thalliumpyrophosphate.

Auf Lamy's Angabe vertrauend, das Salz H^2TlPO^4 verwandle sich bei 240° in ein amorphes saures Pyrophosphat, erhielt ich über 30 g längere Zeit in einer Temperatur von 250° und beobachtete einen Gewichtsverlust von 2.85 Procent. Da es, um $H^2Tl^2P^2O^7$ zu werden, 3 Procent verlieren muss, wurde die geschmolzene weisse Masse gelöst, und lieferte kleine glänzende Krystalle, welche jedoch Silberlösung gelb färbten und 68.1 Tl, 11.4 P und 5.6 H^2O gaben, also das unveränderte Phosphat waren.

Die Krystalle erlaubten jedoch Messungen, welche ihre Identität mit den von des Cloizeaux bestimmten[1] erweisen. Ich fand

[1] S. mein Handb. der kryst. phys. Chemie 1,519.

(Seitenk.)	o : o' =	150° 45'
	a : c =	92 0
	2r =	133 35
	2r' =	131 0
	c : 2r =	138 30
	2r' =	137 0
	o : a =	105 40
	o' : a =	103 30
	c =	123 30

Dies ist eine Bestätigung meiner früheren Angaben[1].

Pyrophosphate des Thalliums.

I. Normales $Tl^4P^2O^7$.

Wird eine Lösung des folgenden mit einer solchen von Thalliumcarbonat versetzt, und die Flüssigkeit im Exsiccator verdunstet, so schiessen feine durchsichtige Nadeln an, welche die von DES CLOIZEAUX beschriebene Form zeigen, obwohl die Endigung selten gut ausgebildet ist.

	Beobachtet
p : p =	74° 40'
p : a =	126 40
p : o' =	141—142°.

Der Glühverlust betrug nur 1.04 Procent.

Von einer Zersetzung durch Wasser, welche LAMY angiebt, habe ich nichts beobachtet. Die Angaben dieses Chemikers über die Eigenschaften des Salzes sind theilweise deshalb ganz falsch, weil er es aus seinem angeblichen HTl^2PO^4 darstellte, welches, wie ich früher nachwies, ein Doppelsalz aus diesem und H^2TlPO^4 war.

Das zwei- und eingliedrige Hydrat mit 2 aq habe ich nicht erhalten.

II. Saures $H^2Tl^2P^2O^7$.

Beim anhaltenden Erhitzen von saurem oder Monothalliumphosphat (H^2TlPO^4) auf 275° betrug der Wasserverlust 3.62 Procent. Die Lösung erstarrte bei freiwilligem Verdunsten zu einer krystallinischen Masse, welche leichtlöslich ist und deren Lösung Silbersalz weiss fällt.

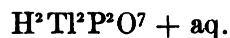
---

[1] Vergl. Sitzungsberichte der Akad. 1882. S. 283.

1.597 verloren beim Glühen 0.085 und waren zu einem weissen Metaphosphat geschmolzen.

3.503 gaben 2.934 Tl^2SO^4 und 1.19 $Mg^2P^2O^7$.

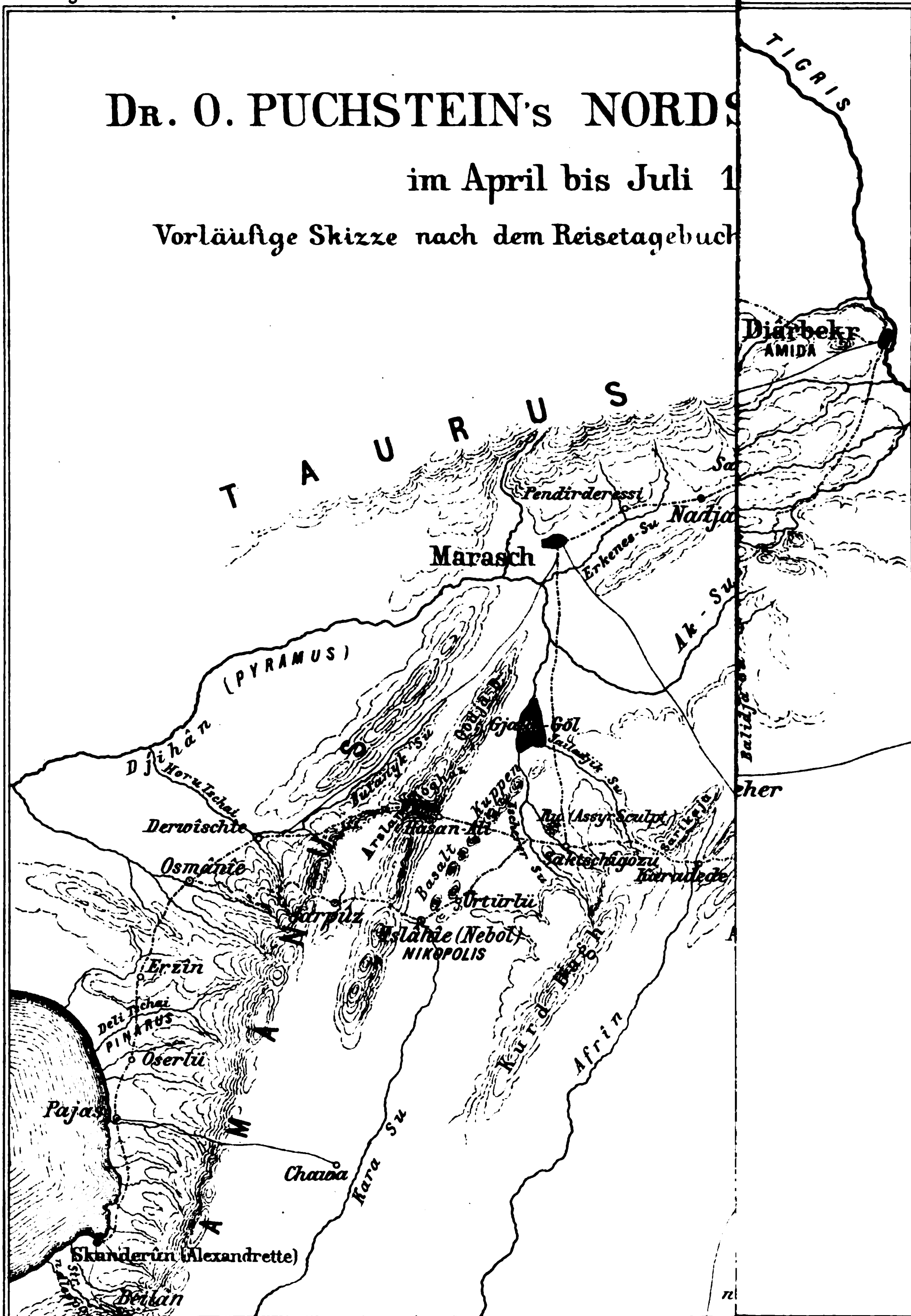
Das Salz ist mithin



$$H^2Tl^2P^2O^7 + aq.$$

	Berechnet.	Gefunden.
Thallium	67.77	67.80
Phosphor	10.30	9.49
Wasser	5.98	5.32.

Lamy sagt, durch passendes Erhitzen von H^2TlPO^4 und Auflösen erhalte man undeutliche prismatische, leichtlösliche Krystalle von $H^2Tl^2P^2O^7$, die beim Erhitzen 2.85 Procent verloren. Die Rechnung giebt 3.08 Procent für das wasserfreie Salz. Ein solches hat sich bei meinen Versuchen nicht gebildet.



Reinzeichnung von B. Reineck   Druck der Reichsdruckerei.

Bericht über eine Reise in Kurdistan.

Von Dr. Otto Puchstein.

(Vorgelegt von Hrn. Conze am 19. October 1882 [s. Sitzungsberichte 1882 S. 845]).

Hierzu Taf. I und II.

Ende März 1882 ertheilte die Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin mir den Auftrag, unter Führung des Ingenieurs Hrn. C. Sester, ein Monument zu untersuchen, welches derselbe auf früheren Reisen im Taurus, diesseits des Euphrat, entdeckt hatte. Einige andere Punkte, welche bei dieser Gelegenheit topographisch aufgeklärt werden sollten, hatte dazu Hr. Prof. Kiepert unter Beifügung einer Specialkarte genau bezeichnet. Ich berichte kurz über den Verlauf und die Hauptresultate dieser Reise.[1]

Wir verliessen Alexandrette, den Ausgangspunkt unserer Route, am 15. April bei regnerischem Wetter, das die Berge ganz verhüllte — ebenso wie wir es nach dreimonatlicher Abwesenheit am 16. Juli wiederfanden — und zogen auf dem schmalen Saume zwischen den steilen Abhängen des Amanus und dem Meere nach Norden hinauf, um einen Weg über das Gebirge zu suchen. Da in Folge der kühlen Witterung alle Pässe mit Schnee bedeckt sein sollten, waren wir gezwungen, den die Ebene von Issus im Norden abschliessenden Basalthöhenzug zu überschreiten und jenseits bis Osmanîe zu gehen. Um von hier aus den Giaurdagh zu überschreiten, hatten wir die Wahl zwischen dem kaum eine Tagereise nördlicher gelegenen Arslan-Boghaz und einem beschwerlicheren, aber, wie wir später sahen, höchst merkwürdigen Gebirgswege, der über Jarpûz (Djebel Berekct) nach Islahie führt. Wir zogen diesen letzteren vor, da er uns Gelegenheit bot, eine sonst nicht beschriebene Partie des Amanus kennen zu lernen.

---

[1] Hr. Puchstein hat seinen Bericht in Beirut und Athen ohne genügende litterarische Hülfsmittel abgefasst; die auf Taf. I beigefügte Kartenskizze ist von Hrn. Kiepert nach den von Hrn. Puchstein eingesandten Materialien entworfen; sie giebt nur das zum Verständniss des Reiseberichtes Nothwendige als Auszug aus einer ausführlicheren Construction, welche wir erst nach Eingang der von Hrn. Sester zugesagten Kartenzeichnung zu veröffentlichen gedenken. Einige Ergänzungen zu der grossen Inschrift hat Hr. Usener in Bonn mitgetheilt. C.

Nachdem wir unweit des Osmanîe-Tschai-Thales in das Gebirge hineingestiegen waren, schnitten wir in nordöstlicher Richtung mehrere Flussläufe ab, welche theils noch nach Westen in die Ebene von Osmanîe, theils etwas nördlicher in das Gebiet des Bulanyktschai ihre reichlichen Wasser führen, und gelangten in anderthalb Tagen über das erst jüngst zum Sitz des Mutessarrif erhobene Jarpûz nach Islahîe. Erst wenige Stunden vorher hatte das Wasser ein östliches und südöstliches Gefälle angenommen. Islahîe liegt bereits im Thal des Karasu, noch hart am Fusse des Amanus, und es scheint, als wäre der kleine Flecken von einer akropolisartigen Anhöhe, der Stätte früherer Ansiedelungen, weiter in die Ebene verlegt worden. Auf dieser Höhe steht noch ein türkischer Wachtthurm und um ihn herum sind Reste einer alten Mauer bemerkbar. Antike Reste — darunter das architectonische Relief eines überlebensgrossen Löwenkopfes — stecken auch an ihrem Fusse neben einem kleinen See noch im Boden, und Architrave, sowie Säulenfragmente haben Baumaterial zu der kleinen Burg bei der modernen Stadt geliefert. Eine spät-griechische Inschrift, welche in dem Hof des Serai lag, ist einem Gymnasiarchen Barnebus von den Freunden gesetzt. Die Ortslage passt, wie schon Kiepert bemerkt hat, zu Nicopolis des Antoninischen Itinerars.

Die Einsenkung zwischen den Kalkfelsen des Amanus und dem parallelen Kurddagh, welche sich von Mar'asch bis nach Antiochia erstreckt, hat Basaltboden, und zahlreiche bisweilen zu beträchtlicher Höhe sich erhebende Kegel geben derselben ein eigenthümliches Gepräge. Eine Kette derartiger Hügel theilt die Ebene in zwei Hälften und verursacht den nach den beiden entgegengesetzen Richtungen verlaufenden Abfluss der auffallend geringen Gewässer. Als wir nun von Islahîe aus etwa nordöstlich unseren Weg weiter verfolgten, passirten wir jene Wasserscheide, überschritten den Escherer-Su und erreichten nach eintägigem Marsche das Dorf Saktsche-gözü, nachdem wir hier zum ersten Male einiger selbst im Winter unter Zelten lebender Kurden und daneben wohlcivilisirter Tscherkessendörfer ansichtig geworden waren.

Saktsche-gözü, auf einer grossen Terrasse des Kurddagh wenig über der Ebene gelegen, ist schon von weitem durch den stattlichen Konak eines kurdischen Bey's kenntlich. In demselben sollten wir zufolge der von Kiepert nachgewiesenen Angabe der Mrs. Scott Stevenson (Our Ride through Asia minor p. 88) einige höchst merkwürdige Reliefs vorfinden. Dieselben fallen auch dem Eintretenden sofort in die Augen, da sie neben dem Thorwege eingemauert sind. Es ist die gut erhaltene Darstellung einer Löwenjagd, welche über drei oben und unten von einer Schnur eingefasste Friesplatten so

vertheilt ist, dass von derselben nichts zu fehlen scheint (Basalt; h. 1.18, br. a. 0.94, b. 0.91, c. von dem der rechte Fugenrand etwas bestossen ist, 0.84). Technik und Zeichnung des Reliefs entspricht im allgemeinen dem assyrischen Stile; doch sind die Gesichtstypen andere und es scheint, als habe eine freiere, mehr naturalistische Auffassungsweise die Hand des Künstlers geführt. Einen gewaltigen Löwen, der nach rechts schreitet und die linke Vordertatze zum Schlage erhebt, greifen zwei Jäger an: der eine, bärtig, mit spitzer Mütze und einem frackartigen Schuppenrock bekleidet, hat mit beiden Händen eine Lanze in die Stirn des Löwen gebohrt; der andere, ein Mohr in kleinem, mit einem Kettengurt geschnürten Lendenschurz — nachdem er eben den Speer in den Rücken des Löwen so heftig gestossen, dass die Spitze an der Seite wieder herausdringt — holt mit einem kleinen Doppelbeil in der Rechten hoch zu neuem Schlage aus. Hinter ihm endlich kommt auf einem Wagen, der nur mit einem reichgezäumten Pferde bespannt ist, wohl der Herrscher dahergesprengt, indem er eben einen grossen Pfeil zum Schusse anlegt. Der Wagenlenker steht neben ihm. Beide, nach dem Gesetze der Isokephalie in bedeutend kleinerem Maassstabe dargestellt, sind bärtig, unbedeckten Hauptes und wie der erste Jäger mit einem Schuppenrock bekleidet. Der leere Raum über dem Gespann wird durch eine geflügelte und auch mit Schwanzfedern versehene Scheibe ausgefüllt, der über dem Löwen durch vier Rosetten.

Fast noch ehe das Interesse an der Darstellung und ihrem Stile befriedigt war, galt es den Fundort einer solchen in dieser Gegend besonders bemerkenswerthen Sculptur zu ermitteln. Auf meine Nachfrage führte man mich etwa NWN. dreiviertel Stunden weit in die Ebene hinab, nicht wie ich erwartete, zu einem der höheren, in die Augen fallenden Basaltkegel, sondern zu einem unscheinbaren flachen Hügel, der heute zum Theil beackert wird. Er misst an seinem Fusse kaum 420 Schritte im Umfange. Vor ihm füllt ein Bächlein einen mehrere Meter breiten Graben, der vom Schilf ganz überwuchert ist; als Brücke dienten aber drei an Material und Form als zu der Löwenjagd gehörig kenntliche Steine, von denen zwei leider tief im Sumpfe steckten. Auf dem dritten sehr zertretenen und unvollständigen Stücke liess sich noch eine an dreibeinigem Tische sitzende Figur (*n. r.*) und der Rest einer zweiten ihr gegenüber befindlichen erkennen. Dass ich aber wirklich an der Fundstätte der Löwenjagd stände, bewiesen ferner zwei weitere noch auf dem Hügel selbst mitten unter den Spuren früherer Zelte liegende Fragmente. Das kleinere davon zeigt nur noch die Beine eines Löwen (*n. r.*), während auf dem zweiten anscheinend wiederum ein Löwe von einem Manne in Lendenschurz angegriffen wird.

Die Kleinheit des Hügels, sowie die Einförmigkeit der Fundstücke spricht dafür, dass hier die Erde die Reste eines isolirten, nicht gar umfangreichen Monumentes birgt, über dessen Gestaltung und Zweck uns hoffentlich einmal eine Ausgrabung Klarheit verschafft. Wir sahen auch noch ein sehr spätes Capitell in einem nahen Tscherkessendorfe.

Das nächste Reiseziel von Saktsche-gözü aus war das etwa dreizehn Stunden entfernte Aintâb. Nachdem wir auf dem Wege durch das niedrige plateauartige Kalksteingebirge die anscheinend antike Ruine Arslan-Kalessi (Löwenburg) passirt hatten, stiegen wir bei der Sari-Kaja (d. i. dem gelben Felsen), der letzten weithin sichtbaren Felskuppe des Gebirges, in die tiefere wellige Landschaft hinab, zwischen deren Kornfeldern und Weingärten einerseits der Afrin, andererseits der in den Euphrat mündende Allebentschai seine Wasser sammelt, und erreichten Aintâb am Vormittage des 21. April. Der Aufenthalt, welcher hier durch den Wechsel der Reitthiere, den Besuch beim Kaimakam und andere Besorgungen veranlasst wurde, war gerade nicht unangenehm, da uns in dem gastfreien Hause der amerikanischen Missionäre alle Bequemlichkeiten und Annehmlichkeiten europäischer Einrichtung geboten wurden. Ein ebenda befindliches Kalksteinrelief (h. 0.56, br. 0.46, t. 0.145, Reliefhöhe 0.03) mag trotz seiner Unscheinbarkait hier erwähnt werden: in einer Aedicula, deren Anten mit grosser Guirlande verhangen sind, ist auf einer Plinthe ein bienenkorbartiger Gegenstand dargestellt, der geriefelt und in der Mitte quer umbunden ist, wohl das Mal eines Grabes; daneben steht mit ausgebreiteten Flügeln, den Kopf abwendend, ein Adler. Unten nennt die griechische Inschrift die Namen der beiden Verstorbenen: Zedagathe und Olympias. Wie man sagte, war das Relief in Nisib — diesseits des Euphrat — gefunden worden.

Erst am 24. April Morgens verliessen wir Aintâb in der Absicht, die Lage des alten Doliche, sodann Altyntasch-Kalessi, in welchem Kiepert das alte Germanicia vermuthete, zu berühren, und weiterhin über Samsât und Gerger unser Hauptziel, den Nemrûddagh, aufzusuchen.

In dem flachen Thalkessel von Aintâb ragt über die niedrigen Kuppen der Landschaft im Norden am höchsten der Tell-Dülük hervor, so benannt nach dem auf der Spitze gelegenen Tekie (Kloster) des heiligen Dülük. Man könnte versucht sein, in demselben den Nachfolger des Jupiter Dolichenus zu erkennen. Das Dorf Tell-Dülükköi oder Keberköi liegt kaum zwei Stunden von Aintâb entfernt, jenseits am Nordfusse der langen und flachen Abdachung des Tell-Dülük, und zwar da, wo ein nördlicher Ausläufer einen auch im Osten durch eine vorgelagerte Kuppe geschützten Winkel bildet. Es erscheinen hier im Gegensatz zu dem blendend weissen Kalkstein

der Umgebung Aintâbs wieder dunklere krystallinische Formen desselben Gesteins. Die alte Stadt Doliche war wohl ganz tief in der engen Niederung dieses Winkels gelegen und ist heute unter Schutt und Erde verschwunden. Grosse Steinbrüche und zahlreiche an dem westlichen Bergwall sich hinaufziehende Felsgräber sind ausser einem zerschundenen Capitell korinthischer Ordnung, so viel wir gesehen haben, die einzigen Zeugen älterer Ansiedlung. Selbst eine kleine, aus mässig grossen Quadern gebaute Moschee, deren elegantes Minaret in der Umfassungsmauer steht, scheint nichts Antikes zu bergen. Die schmucklosen und unbezeichneten Gräber, wie sie sich hier finden, welche gewöhnlich in einer mehr oder minder grossen Kammer mit Trögen oder Nischen für die Todten bestehen, gehören spätrömischer und frühchristlicher Zeit an.

Nachdem wir von Doliche aus wenige Stunden dem nördlich vorbeifliessenden Bache bis zum Dorfe Bedirköi gefolgt waren, führte unser Weg über ein ziemlich ödes und verlassenes Plateau, welches etwa nach einem halben Tagesmarsche allmälig zu dem Thale des Atambujan-Tschai (?) abfiel. Wir befanden uns hier auf der Hauptstrasse von Aintâb nach Behesni, deren Verkehr uns eine grosse Maulthierkarawane und eine Zigeunerbande vergegenwärtigten. Eine moderne elende Brücke erleichtert die Passage über den Fluss. Im Norden begrenzt das Atambujantschaithal ein von W. nach O. streichendes Kalkgebirge, der Karadagh. Wir klommen an der rauhen und abschüssigen Südseite desselben in einem Felsenspalte zu dem spärlich mit Akazien bewachsenen Hochplateau hinauf und übersahen von oben rückwärts noch einmal die etwas langweilige Gegend von Aintâb, über die im SW. die Sari-Kaja und weiterhin die nebeligen Spitzen des Giaurdagh hervorragten. Während wir sodann auf der flacheren nördlichen Abdachung des Gebirges wieder abwärts gingen, zeigte sich, dass auch der Karasu in einem breiteren und tieferen Thale fliesst, als man nach der Karte erwarten konnte. Diese neue Thalebene wird südlich vom Karadagh (Schwarzberg), nördlich vom Kyzyldagh (Rothberg) eingefasst, zwei Gebirgszügen, deren Ähnlichkeit in Formation und Richtung sich in der Gleichartigkeit der türkischen Benennungen wiederzuspiegeln scheint. Auch hier springen aus der Ebene, allerdings sehr vereinzelt, kleine Kegel heraus, und fast ausschliesslich bezeichnen dieselben die Lage der heutigen armseligen Kurdendörfer. Dazu gehört auch Altyntasch-Kalessi. Wir erreichten dasselbe noch spät Abends, nachdem wir am Fusse des Karadagh von der Strasse nach Behesni abgebogen waren und den Karasu neben einer verfallenen mittelalterlichen Brücke durchwatet hatten. Es ist die Ruine einer auf einem niedrigen, aber breiten Hügel erbauten

Burg, welche in dieser Lage den Castellen von Aintâb, Samsât, Sewerek und anderen gleicht. Wie bei diesen, hatten auch hier die Böschungen des Hügels, sowie des umgebenden Festungsgrabens, einstmals einen Quaderbelag. Dicht am Aufgang von der ehemaligen Brücke aus ragen noch die Reste eines Thurmes und anstossender überwölbter Gemächer aus dem Boden hervor, während oben auf der Plateform des Hügels unter Schutt und Gras kaum noch die ursprüngliche polygonale Anlage der Mauer zu erkennen ist. An den Ecken der Mauer standen wahrscheinlich kleinere Thürme, und innen lehnten sich an dieselbe unmittelbar die Wohnhäuser an, so dass inmitten ein umfangreicher Hof frei blieb. Neben dieser mittelalterlichen Burg haben wir keinerlei antike Trümmer bemerkt, und ich meine auch, die Lage spricht durchaus nicht dafür, hier eine alte Stadt anzusetzen.

Da von Altyntaschkale aus zunächst Samsât unser Ziel war, folgten wir der Richtung der beiden Gebirgszüge nach Osten bis zum Dorfe Sükürgüts, das kaum eine Stunde von der Mündung des Karasu in den Euphrat entfernt ist. Hier waren in die Mauern der ärmlichen Hütten einige wenige Fragmente von späten korinthischen Capitellen, einfachen Gesimsen u. dergl. verbaut; auch lag vor dem Hause unseres Wirthes ein ionisches Marmorcapitell, das unter dem Echinus und dem ungewöhnlich starken Perlenstab noch mit einem doppelten Kyma überladen war. Wir hatten auch wenige Minuten westlich vor dem Dorfe eine Stelle passirt, an der man den Boden nach antikem Baumaterial durchwühlte. Hier wie auch in weiterem Verlauf der Reise fiel es auf, dass man fast nur spät armenische und arabische Münzen zum Kauf anbot.

Südlich von Sükürgüts verläuft der Karadagh, von dem Murad (Euphrat) in gewaltiger weithin sichtbarer Schlucht durchbrochen, in das mesopotamische Hochplateau. Dagegen erstreckt sich der Kyzyldagh am Nordufer des Euphrat — wie wir späterhin sahen — noch bis zum Thale des Göksu. Da wegen des Hochwassers der Weg unten am Euphrat unpassirbar sein sollte, mussten wir bald hinter Sükürgüts auf niedrigem kurzen Passe den Kyzyldagh übersteigen. Unmittelbar jenseits, wo wir nunmehr eine flache, im Westen von halbkreisförmigen Bergen abgeschlossene Landschaft bis an den Fuss des Taurus hin überschauten, konnte mir Hr. Sester voller Freude zum ersten Male den alles überragenden Nemrûddagh, das Hauptziel unserer Reise, zeigen. Aber zugleich zog auch seitwärts auf der Fortsetzung des Kyzyldagh ein von zwei bis drei Säulen umgebener Tumulus unsere Blicke auf sich. Ein auf dem Felde arbeitender Bauer nannte das räthselhafte Monument Sesynk und wusste von wunderbaren Schriften zu erzählen, die auf den minaretartigen Steinen ständen.

Aber obwohl wir nicht mehr denn $2\frac{1}{2}$—3 Stunden von dem Tumulus entfernt waren, zog es uns doch zunächst nach dem mehr versprechenden Nemrûddagh. Da es hiess, dass wir Adiaman schneller erreichen würden, als Samsât, entschlossen wir uns, die bisherige Richtung mit einer nördlicheren zu vertauschen, um dann von Kiachta aus den Nemrûddagh zu ersteigen.

Auf dem Wege nach Adiaman hatten wir am Fusse des Kyzyldagh den Arabantschai, und weiterhin den weit bedeutenderen Göksu, sowie einen kleineren Nebenfluss desselben, zu passiren. Alle diese Gewässer haben tiefe Furchen mit sehr verwaschenen Rändern in das lose Erdreich gespült, und nur selten werden sie von beträchtlicheren Erhebungen des Terrains an ihren Ufern begleitet. Wir trafen nach anderthalbtägiger Tour am 28. April Mittags in Adiaman ein und fanden die herzlichste Aufnahme bei dem katholischen Bischof Tokmadji.

Die moderne Stadt, ganz asiatisch-türkischen Aussehens, ist um und auf einem niedrigen Hügel angelegt und nur durch einen schmalen Streifen ebenen Terrains von den Vorhöhen des Taurus getrennt. Für ihre locale Bedeutung ist es bezeichnend, dass sie bis über Samsât und Gerger hinaus als »die Stadt« schlechthin gilt. Die Stelle der antiken Stadt Perre aber, welche man noch heute Pirûn nennt, ist hinter einem Vorberge des Taurus an der rechten Seite des Ziaret-Tschai versteckt. Man erreicht dieselbe, indem man von Adiaman etwa vierzig Minuten am Fuss des Gebirges östlich, dann unweit des genannten Flusses nach Norden noch zwanzig Minuten thalaufwärts reitet. Noch ehe man zu der Stätte des alten Perre selbst gelangt, kommt man an zahlreichen, am rechten Thalufer gelegenen Felsgräbern vorüber. Dieselben haben vor denen von Doliche nur grössere Regelmässigkeit in der Anlage und Sorgfalt in der Ausführung voraus. Ausnahmsweise sind neben der Thür zu der Grabkammer Portraits der Verstorbenen oder ein Altärchen in Relief dargestellt, aber Alles ist leider so zerschunden und zerschlagen, dass sich Stil und Zeit schwer bestimmen lässt. Es finden sich auch grosse aus dem Fels herausgearbeitete schmucklose Sarkophage mit dachförmigen Deckeln. Nördlich von dieser Nekropolis bezeichnen wenige ganz späte Mauerreste mit Ziegelschichten, deren Bekleidung abgerissen ist, dabei ein vereinzelter Friesblock mit Rankenornament und Eierstab, die Lage der Stadt selbst, welche mit der von Doliche grosse Ähnlichkeit hat. Es schien, als hätte eine Strasse mitten durch die Stadt an zwei Quellen vorbeigeführt, von denen die eine noch heute unter einem niedrigen Bogen hervorquillt, die andere in ein grosses rundes Bassin geleitet ist. Die Fortsetzung derselben Strasse lief weiter östlich wahrscheinlich an der Ruine eines Chan's oder eines

kleinen Castells vorbei und mündete auf eine noch heute passirbare mittelalterliche Brücke, welche über den Ziaret-Tschai führt.

Von Adiaman war Kiachta, die letzte Station vor dem Nemrûd-dagh, nur noch eine, allerdings starke Tagereise entfernt, die wir am 30. April bei trübem Wetter zurücklegten. Nachdem wir zunächst etwa sechs Stunden am Fuss des Taurus nach Osten — unser Ziel stets vor Augen — gezogen waren, standen wir auf dem steilen Ufer des hier aus dem Hochgebirge hervorbrechenden Kiachtasu an einer Stelle, wo ein unerwarteter Überblick über eine Anzahl eigenartiger Monumente das Auge die landschaftliche Schönheit kaum beachten liess. Denn zur rechten Hand war schon vorher auf einer grossen Anhöhe ein von mehreren Säulen umgebener Tumulus sichtbar geworden, der, dem uns bekannten Sesynk ähnlich, mit den beiden auf von Moltke's Karte verzeichneten Säulen gemeint zu sein scheint, und links ragte im Hintergrunde des Thales die imposante Burg von Kiachta hervor. Zwischen beiden erschien die gewaltige Pyramide des Nemrûd-Dagh. Dazu kommt, dass etwas weiter stromaufwärts eine Brücke liegt, welche schon von Moltke, und unabhängig von ihm auch Hr. Sester als römisch erkannten. Regen, Hunger und hereinbrechende Dunkelheit drängten aber zur Eile. Indem wir an der rechten Seite des Flusses in das Gebirge selbst einbogen, passirten wir bald die auf den ersten Blick einer Renaissanceanlage gleichende Brücke, eilten jedoch vorläufig vorwärts, um am nächsten Tage von Kiachta aus die Brücke und das Tumulusmonument zu eingehenderer Betrachtung aufzusuchen.

Das von Kiachta aus ebenfalls sichtbare Monument kann man von da in drei Stunden erreichen; der Weg führte uns wieder über die Brücke, welche von dem jenseitigen Ufer aus einen höchst stattlichen Eindruck macht. Ein gewaltiger Bogen verbindet da, wo der Bölamsu, ein Nebenfluss des Kiachtasu, in scharfer Biegung aus einer wilden engen Felsschlucht hervorbricht, die beiden Ränder desselben; daneben kommt ein kleines Thor, welches in dem südlichen Arme der Brücke für den Durchfluss eines periodischen Bächleins gelassen ist, nicht zur Geltung. Das Geländer, aus grossen, oben einfach bekrönten Blöcken gebildet, ist in langen Stufen über die Bogenlinie geführt und wird an den vier Ecken durch je eine uncannelirte Säule abgeschlossen, von denen nur eine, die an der Nordwestecke, heute verschwunden ist. Vier in das Geländer eingefügte identische Schrifttafeln melden, dass die Brücke von Septimius Severus, Caracalla und Geta unter Leitung des Statthalters von Syrien Alfenus Senecio und unter ihm des Legaten der sechzehnten Legion Marius Perpetuus von Grund auf restaurirt worden ist: »*Imp. Caes. L. Septi-*

mius Severus Pius Pertinax Aug. Arab. Adiab. Parthic. [max.] etc. pontem Chabinae fluvi a solo restituerunt et transitum reddiderunt.«[1] Wohl zum Danke dafür hatten »die vier kommagenischen Gemeinden« auf den Säulen die jetzt fehlenden Statuen der Familie jenes Kaisers errichtet. Vor den steilen Felswänden der immer tief beschatteten Schlucht wirkt die Brücke mit ihren goldigen Kalksteinquadern, zwischen denen hier und da junges Grün hervorsprosst, nicht minder durch die Farbe, als durch die schwungvollen Linien ihrer Architectur.

Um von der Brücke zu dem Tumulusmonumente zu gelangen, mussten wir das Thal des Kiachtasu noch etwas über den Punkt hinaus verfolgen, an dem wir auf dem Wege von Adiaman in dasselbe herabgestiegen waren. Das Monument liegt an der rechten Seite des Flusses, auf der höchsten Spitze der Vorberge des Taurus, so dass man von ihm aus frei in das südliche Flachland hinunter sieht. Man hat den Tumulus anscheinend um einen natürlichen Kern theilweise mit Steinen angeschüttet, und neben ihm an drei Seiten ursprünglich je drei dorische Säulen symmetrisch aufgestellt. Heute sind davon im Ganzen nur noch vier, zwei an der Ostseite, je eine im Nordwesten und Südwesten erhalten. Die an der Nordwestseite stehende Säule, sicher die mittlere der ursprünglichen Reihe, trägt oben auffälliger Weise ein Kalksteinrelief mit der sehr verwitterten Darstellung zweier lebensgrosser Figuren. Eine Frau (*n. r.*) scheint einem Könige in orientalischer Tracht, mit hoher Tiara, die Hand zu reichen. Neben dieser Säule liegt am Boden ein kolossaler sitzender Löwe. Dass derselbe von einer der fehlenden Säulen herrührt, zeigt die Südwestseite. Hier steht nämlich vor einer früher durch ein »Thor« ausgefüllten Einsenkung des Tumulus oben auf der Säule ein Adler (?), von dem das ganze Monument den Namen Karakûsch (»schwarzer Vogel«) erhalten hat. Was endlich die dem Nemrûddagh zugewandte Ostseite betrifft, so scheint die eine, und zwar die mittlere Säule gleichfalls ein Relief getragen zu haben, während sich auf der zweiten rechts daneben stehenden wieder ein Thier befindet, diesmal ein gut erhaltener liegender Stier.

Über das in der Anlage so sonderbare Monument, das uns, wie gesagt, an das früher gesehene von Sesynk erinnerte, versprach den

---

[1] Das Jahr der Inschrift ist nicht mit Sicherheit zu bestimmen. Was von der Titulatur des Severus auf dem eingesandten Abklatsche zu lesen ist: TRIB POT | //// IMP VIII COS II führt auf 196, aber da Antoninus Augustus, Geta Caesar heisst, kann die Inschrift nicht vor 198 fallen. — Der Statthalter von Syrien ist als solcher neu, aber sicher identisch mit L. Alfenius Senecio, Legaten von Britannien (C. I. L. VII, 1003 vergl. 269. 270. 513), welchen HÜBNER (Rhein. Mus. XII, S. 67; vergl. XIV, S. 361) zwischen 205 und 208 setzt. — Der Legionslegat ist bekannt aus der dacischen Inschrift C. I. L. III, 1178, welche seinen cursus honorum giebt. Th. M.

ersehnten näheren Aufschluss eine griechische Inschrift zu geben, welche hoch unter dem Capitell der mittleren Ostsäule sichtbar war. Aber in Folge der sehr ungünstigen Witterung ist es mir auch bei einem zweiten Besuche nicht gelungen, die auf dem ungeglätteten, dazu stark verwitterten Säulenschaft eingemeisselten Schriftzüge genügend zu entziffern. Immerhin war es werthvoll genug, in dem sicher erkannten Namen ΜΙΘΡΑΔΑΤΗϹ wenigstens einen Fingerzeig für Deutung und Zeit des Denkmals erhalten zu haben.

Nachdem wir so wenigstens durch eine ganz vorläufige Untersuchung über die Brücke und das Tumulusmonument uns orientirt hatten, und sodann allerhand widerliche Zwistigkeiten mit den Pferdeknechten mit Hülfe des Kaimakams beigelegt waren, konnten wir endlich das Hauptziel unserer Reise, den Nemrûddagh, aufsuchen.

Wir verliessen Kiachta am 4. Mai, überschritten den Kiachta-Su, der hier unter gewaltigen Felsblöcken, die sein Bett zugeschüttet haben, schäumend hervorquillt, und kletterten jenseits mühselig in einem engen, wasserlosen Spalt steil aufwärts, bis wir nach $1^1/_2$ Stunden im Dorfe Urik Halt machen mussten. Nach kurzer Rast vertrauten wir uns der Führung einiger Kurden an und stiegen zu Fuss in dem rauhen kahlen Gebirge weiter hinauf. Während wir zunächst der Fortsetzung des Spaltes folgten, hüpften die flinken Kurden bald an der Neige des linken Seitenwalles hinauf, wohin wir ihnen mühsam nachkeuchten. Das Ziel war unseren Blicken verdeckt, bis es plötzlich nach Erklimmung der Bergwand etwa eine halbe Stunde entfernt vor uns aufragte: auf einer steilen und wüsten Felstrümmererhebung ein alles beherrschender Tumulus. Nachdem wir etwas geruht und an dem noch überall in den Spalten zurückgebliebenen Schnee den Durst gestillt hatten, ging es auf einem schmalen, sanft zu der höchsten Spitze ansteigenden Plateau gemächlicher weiter. Dann mussten wir über Felszacken und Felsstufen um einen kleinen Kamm herumklettern und standen nun endlich am Westfusse des Tumulus auf einer kleinen, tief mit Schnee bedeckten Plateform. Nur einzelne Trümmer — in solcher Unvollständigkeit nicht erkennbar — sahen aus der weissen Hülle hervor: darunter, halb auf dem Gesichte liegend, ein colossaler, fast zwei Meter hoher weiblicher, verschleierter Kopf, offenbar griechischen Stiles. Wir durchwateten den Schnee und begannen nach Norden hin einen wegen des Gerölles beschwerlichen Rundgang um den Tumulus. Zuerst stiessen wir auf eine lange Reihe am Boden hingestreckter Steinplatten; dann an der Ostseite tauchte plötzlich eine Anzahl hoch über uns sitzender Riesen auf, sämmtlich bis auf einen ihrer Köpfe beraubt. Frei von Mesopotamien daherstreichende Winde hatten hier von der Plateform vor den Riesen den Schnee

weggefegt. Stellte man sich ihnen gegenüber, so hatte man rechts und links eine breite Mauer mit Zapfenlöchern, hinter sich eine grössere, ganz zerstörte Anlage. Hrn. Sester zu den Colossalfiguren hinauffolgend, wurde ich von Neuem durch einzelne, aus dem Geröll hervorsehende Buchstaben überrascht. Es zeigte sich, dass sie zu einer langen, über die Rückseiten der Sessel hinlaufenden griechischen Inschrift gehörten. Dann eilten wir schnell über die tief zum Abgrund hinunterstürzende Südseite des Hügels nach Westen zurück, entfernten ein wenig den Schnee und fanden auch hier lange, fast unversehrte Blöcke mit Schriftzügen. Dass sich Schrift auf dem Monumente befände, hatte übrigens Hr. Sester bereits in seiner ersten summarischen Meldung nach Berlin berichtet. Es fehlte jetzt noch eins: auf die Spitze des Tumulus zu klettern, wo nichts einen freien Ausblick in die wunderbare Landschaft hemmte. Im Norden und Osten ragten die Zacken und breiten Rücken des Taurus empor, meist noch weiss verhüllt und kaum zu gleicher Höhe mit dem Nemrûddagh sich erhebend, während im Süden ein grosses Thal den Blick in die Tiefe zog. Jenseits des hier und da heraufschimmernden Euphratstreifens aber wallte und wogte, die Phantasie unwiderstehlich fesselnd, die mesopotamische Ebene in weite Ferne hin, bis zu den in duftige Schleier gehüllten Höhen des Karadjadagh.

So starke Eindrücke liessen uns für den Tag zu keiner Einzelarbeit weiter kommen. In den folgenden Tagen machten wir zwar Versuche, zunächst einmal den Inschriften beizukommen, aber Kälte und regnerisches Wetter verhinderten jede freie und energische Bewegung. Am Morgen des 8. Mai war sogar der Tumulus mit einer frischen Schneedecke überzogen. Wir beschlossen daher, erst nach einem uns ebenfalls aufgegebenen Streifzuge nach Mesopotamien hinein in späterer Jahreszeit zur Untersuchung des Monumentes zurückzukehren.

Es handelte sich darum, die Ruinen von Wirânschehir einer flüchtigen Recognoscirung zu unterziehen. Vom Nemrûddagh aus hätte man dahin einen directen Weg einschlagen können. Aber es war auch ein Besuch von Gerger, dem alten Barzalo, in unseren Plan aufgenommen; und darum scheuten wir diesen Umweg nicht, den wir hinterher auch nicht zu bereuen hatten.

Der Nemrûddagh ist die südwestlichste Spitze eines langen, dem Euphrat parallelen Gebirgskammes. Sein Abhang würde unmittelbar bis zu den Ufern des Flusses reichen, wenn er nicht vorher gewissermaassen eingestürzt wäre, so dass sich ein neues Thal bildete. Der damit entstandene niedrigere Vorkamm fällt nach der inneren Thalseite hin oben in senkrechten grausigen Wänden ab und trägt an seinem Ostende, wo er an einer Biegung des Euphrat seine Grenze

findet, ein weithin sichtbares Castell, an dessen Fuss das heutige Gerger liegt. Um dahin zu gelangen, mussten wir vom Dorfe Urik aus das Thal gewinnen. Wir hielten uns an der Südseite desselben und zogen, um die zahlreichen Einschnitte des Abhangs zu vermeiden, in beträchtlicher Höhe dicht unter dem Felsgrat hin. Auf diesem Wege stellte es sich heraus, dass die Gewässer des ganzen, in unveränderter Richtung verlaufenden Thales merkwürdigerweise einen doppelten Abfluss haben. Diejenigen nämlich, welche sich in dem höheren Theile des Thales sammeln, wenden sich plötzlich nach rechts und durchbrechen, auf nächstem Wege den Euphrat suchend, den so massiv erscheinenden rechts liegenden Vorkamm. Der natürlichen Richtung bis an's Ende des Thales folgt dann erst der Gerger-Tschai, welcher sich hauptsächlich an den Abhängen des höheren Gebirgsstockes nährt.

Auch wenn unser armenischer Wirth in Gerger nichts von eigenthümlichen, in den Ruinen vorhandenen Schriftzügen erzählt hätte, würde uns die Burg zu einem Besuch verlockt haben. Es kam hinzu, dass an einer auffallenden, anscheinend unzugänglichen Wand des Burgfelsens eine grosse Nische mit einem Bilde schon aus der Ferne die Neugierde erregte. Je mehr wir uns aufsteigend der Burg näherten, um so deutlicher wurde in der Nische das Reliefbild eines Mannes in orientalischer Tracht, mit hoher spitzer Tiara, der die Rechte vorstreckt. Der Ort, sowie Stellung und Tracht dieses Mannes, erinnerten ausserordentlich an das Felsrelief von Nymphi bei Smyrna. Man musste zunächst auf die dem Euphrat zugewandte Ostseite. Als ich hier — da die Brücke eingestürzt ist — über die schwindligen Felsterrassen hinaufgeklettert war, gelangte ich zu einer zweiten, etwa $2\frac{1}{2}^{m}$ hohen Nische, deren Relief offenbar gelegentlich eines daneben aufgeführten Thorbaues weggemeisselt worden war. Aber um den unteren Rand desselben stand eine freilich stark beschädigte griechische Inschrift mit Buchstaben genau desselben Charakters, wie die auf dem Nemrûddagh gesehenen. Es hat sich später herausgestellt, dass hier nach einer leider zerstörten Einleitung das grosse Document vom Nemrûddagh wörtlich wiederholt ist, — wörtlich bis auf eine vorläufig unerklärte Variation in der Bezeichnung des Locals.

Sobald die Inschrift, welche durch den fragmentarischen Zustand das Interesse mehr erregte, als befriedigte, copirt und abgeklatscht war, galt es, die Natur des andern Felsreliefs näher kennen zu lernen. Zwar sollte es unzugänglich sein. Man redete von Lebensgefahr und wollte mich abhalten, ihm näher zu kommen; doch ein Versuch glückte — glückte um so mehr, da über die schwierigsten Stellen ein antiker, in den Fels gehauener Weg hinweghalf. Und mein Er-

staunen war nicht gering, als ich aus einem kurzen, durch einen Felsvorsprung gebrochenen Corridor heraustretend, hoch über schwindligem Abgrunde vor einem Bildwerk stand, unter dem gleichfalls eine griechische Inschrift nicht fehlte. Darnach weihte der König Antiochos von Commagene das Bild einem anderen Könige, dessen Namen ich aus den Fragmenten noch nicht herauszufinden vermochte. Was es endlich mit zwei fensterartigen Öffnungen an einer Wand unter diesem Felsbilde, sowie mit einem Gange, der weiter unterhalb in den Berg hineingetrieben ist, für eine Bewandtniss hat, konnte von uns nicht untersucht werden.

Vielleicht etwas zu schnell trennten wir uns von dieser interessanten Stätte. Am Abend des 13. Mai gingen wir von Gerger über den Felsgrat hinüber nach Ölbüsch, um am nächsten Morgen über den Euphrat zu setzen. Auf einem Kellek, einem erbärmlichen, auf Schläuchen schwimmenden Strauchgeflechte, ruderte man uns und das Gepäck hinüber, während die Pferde durch die reissenden, in engem Felsspalt dahinbrausenden Wogen schwimmen mussten. Jenseits führte der langweilige Weg durch eine immer ebener und einförmiger werdende Landschaft, in der nur vereinzelte grünprangende Saatfelder das Auge erfreuten; hinter uns lagen die Ketten des Taurus und links die sanftlinigen Höhen des Karadjadagh. In die spärliche Kurdenbevölkerung war durch eine feindlich hereingeschwemmte Araberhorde etwas Bewegung gerathen. Bald hinter Sewerek mussten wir selbst die unabsehbaren Heerden ihrer hässlichen Kamele passiren, welche ringsum auf der Flur wie Gespenster vertheilt waren. In Wirânschehir trafen wir dann die Leute des regierungsfreundlichen Kurdenschechs Ibrahim Aga, welcher im Verein mit der Compagnie eines Bimbaschi dem gefährlichen Treiben der fremden Araber aufpasste. Vielleicht hatten wir es nur diesem Umstande zu verdanken, dass wir sicher und unbehelligt in dem Ruinenfelde Wirânschehir's uns umsehen konnten.

So ausgedehnt und zahlreich auch die Trümmer des alten Tela sein mögen: was sichtbar ist, trägt alles Spuren späten und unbedeutenden Charakters an sich und erinnert an die spätsyrischen Städteanlagen. Einiges Interesse erweckt die Nekropole. Es findet sich in ihr genau dieselbe Art von Gräbern wieder, wie wir sie in Doliche und Perre sahen, nur dass dieselben, statt in den Felsen gehöhlt zu sein, hier auf dem flachen Boden Mesopotamiens aus Basaltquadern erbaut sind. Bei den meisten ist auf die Thür ein Kreuz, zum Zeichen ihres christlichen Ursprungs, gemeisselt; ein grosses Grabgebäude ist, nach der Inschrift auf dem Thürsturz, für Fremde bestimmt, von dem Bischof Abraam im 6. Jahrhundert gestiftet worden. In dieselbe Zeit dürfte auch eine Kirche gehören, deren Ruine westlich,

etwa fünfzehn Minuten von dem Thore entfernt, in freiem Felde liegt. Sie bildet im Grundriss ein grosses, von einem Seitenschiff umgebenes Oktogon mit einfacher Eingangshalle im Westen, die auch in die verschüttete Krypta und zum Stockwerk des Seitenschiffs führt; im Osten schliesst sich an das Oktogon ein langer, schmaler Chor mit Apsis an. Zwei kleinere Kreuzflügel sind vollständig zerstört.

Wir verliessen Wirânschehir wieder am 23. Mai, um in weitem Umwege über Diârbekir und Tschermük zum Nemrûddagh zurückzukehren. In Begleitung zweier Zapties, von denen der eine nur Arabisch, der andere, ein Kurde, ausser seiner Muttersprache auch Arabisch und Türkisch sprach, gelangten wir ungefährdet durch die bis zum Karadjadagh streifenden Araber. Da unsere Begleiter in dem zwar hohen, aber ohne schroffe Gegensätze sich entwickelnden menschenarmen Gebirge die Wege nicht kannten, hatten wir Mühe, uns an dem regnerischen und stürmischen Tage mit dem Compass zurechtzufinden. Sobald wir aus den Höhenzügen des Karadjadagh wieder heraustraten, wurde schon eine Tagereise vorher der Mauerwall Diârbekirs in der grossen Tigrisebene sichtbar. Die Schneekämme der kurdischen Berge dahinter waren leider durch Regen verdeckt.

In Diârbekir wurden wir für die vielfachen Strapazen und Entbehrungen der letzten Wochen durch die gastlichste Aufnahme entschädigt, welche uns der Bischof Bayadjian bereitete, und in Gesellschaft der HH. Dr. Wutz und Batyka verlebten wir einmal wieder europäische Tage. Erst am 31. Mai ging es weiter nach Tschermük zu. Auf dem Wege durch die sehr hoch gelegene Ebene hatten wir lange Zeit den Kyzyltschibuk-Tschai (Rothrohrfluss) neben uns, dessen Wasser so träge in dem flachen Bett schleicht, dass man die Richtung des Gefälles kaum wahrzunehmen vermag. Bald nachdem wir denselben links gelassen hatten, mussten wir einen niedrigen Kalksteinkamm übersteigen. Jenseits trafen wir in einem lieblichen Thale kurz vor der Stadt die warmen Schwefelquellen, welche mit einem elenden Badehause überbaut sind. Weder hier, noch in Tschermük selbst bemerkten wir irgend welche antike Spuren.[1] Die Stadt liegt am Zusammenfluss eines Bächleins, in dessen Thal wir heruntergekommen waren, mit dem Sinek-Tschai, und ist in einzelnen Terrassen malerisch am Bergesabhang aufgebaut. Die Reste eines Castells sind weder beachtenswerth noch besonders alt. Ein Ausflug in die nördlicheren, sehr rauhen und wilden Berge blieb wegen der schlechten Witterung ohne nennenswerthe Ergebnisse.

---

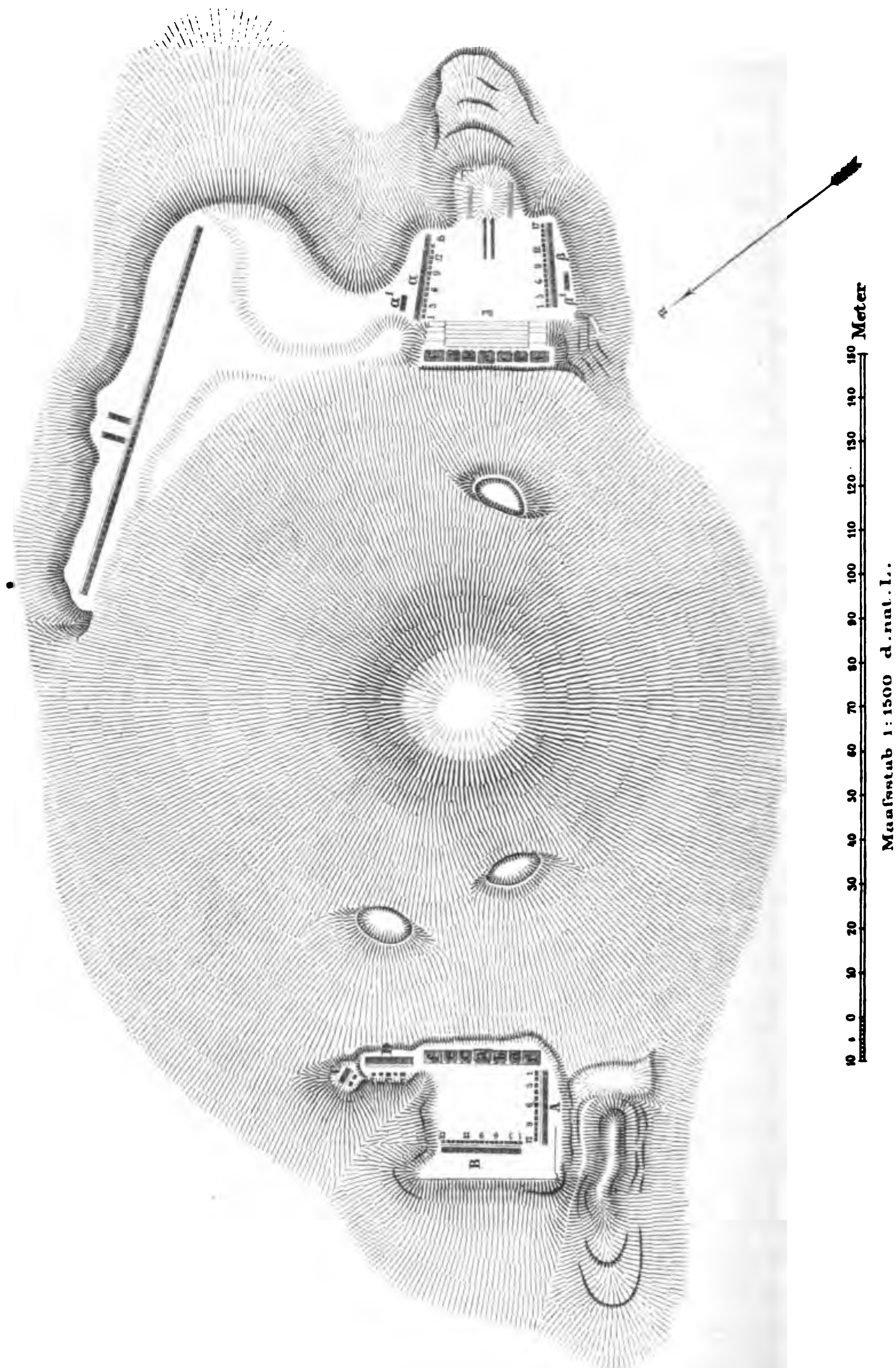
[1] Solche konnte man vermuthen aus Ammian. Marc. 18,9. *(Amida) spiranti Zephyro contraversa Gumathenam contingit, regionem uberem et cultu iuxta secundam, in qua vicus est Abarne nomine, sospitalium aquarum lavacris calentibus notus.* K.

Nachdem wir sodann am 5. Juni in dem engen Felsthale des mit starkem Gefälle dahinschäumenden Sinek-Tschai einige Stunden abwärts geritten waren, überraschten uns wieder die immer noch träge schleichenden, aber silberklaren Gewässer des Kyzyltschibuk-Tschai, und jenseits desselben bildeten die einfachen und sanften Hügel eines Basaltgebirges einen grossartigen Contrast zu den kühnen bizarren Formen des Taurus. Da die vereinigten Flüsse auf ihrem weiteren Laufe keinen Weg neben sich dulden, mussten wir rechts wieder höher hinaufsteigen, bis wir wenig oberhalb ihrer Mündung an den schwindligen Ufern des Euphrat standen. Mühselig rutschten wir mit den Lastthieren hinunter; aber nachdem wir lange durch den Stromübergang aufgehalten worden, war es fast schwieriger jenseits die steilen Abhänge zu dem Dorfe Bibol (Ibol in von Moltke's Karte) wieder hinaufzuklettern. Wir befanden uns hier in einer grossartigen Landschaft. Eine wogende, laut daherächzende Wassermasse, von unzugänglichen Gebirgsabstürzen in ein enges Bett gezwängt, die Abstürze durch tiefe Thalfurchen gespalten: welche Gegensätze der Formen und welche Entfaltung von Naturkräften! Kaum wäre es glaublich, dass das weiche, zerrinnbare Element des Flusses diesen festen Gebirgswall durchrissen haben sollte. Das Gefährliche des Überganges musste diese Eindrücke bei uns noch verstärken.

Bibol liegt am Fusse des gleichnamigen, auch Gyrfé genannten Bergkegels, der isolirt aus der Masse des Gebirges hervorragend den Nemrûddagh an Höhe fast übertrifft. Da ich ihn besteigen wollte, gingen wir von der Ostseite zum Westfusse herum, wo beim Dorfe Hellül ein bequemerer Aufstieg sich bietet. Früh Morgens machte ich mich dann in Begleitung zweier Kurdenburschen auf und klomm über den öden Abhang aufwärts. Sobald wir das Dorf aus dem Gesicht verloren, blieben meine Führer aus Furcht vor feindlichen Nachbarn zurück und folgten mir erst, nachdem sie mich unbehelligt auf der Spitze hatten ankommen sehen. Die weite Fernsicht bot dieselbe Abwechselung der landschaftlichen Formation, wie ich sie vom Nemrûddagh genossen, dazu auch einen Ausblick in die Ebene von Diârbekir und nach Nordosten hin die Perspective in ein höheres, massiveres und noch dicht mit Schnee bedecktes Gebirgsland. Unter mir aber, vom tiefsten Fusse des Berges, schimmerte die gelbe Fluth des Euphrat, oder wie die Türken ihn hier nennen, Murâd-Tschai herauf. Bibol war die letzte Station, welche uns noch aufgehalten. Wir zogen nunmehr — nicht etwa längs des Euphrat und im Thal des Gerger-Tschai, dessen Südseite uns schon bekannt war, sondern zunächst im Hochgebirge auf einsamen und beschwerlichen Pfaden weiter, obwohl man von diesem Wege uns abzurathen gesucht hatte. Da der Zaptie

uns bereits im Dorfe Bibol verlassen hatte, waren wir auf die Führung der Kurden angewiesen. welche kaum die Grenze ihres Dorfes zu überschreiten wagten. In der That lebt auch die Bevölkerung dieser abgelegenen Berge nicht in bester Eintracht. Wir selbst begegneten einmal einer von der Plünderung eines Dorfes heimkehrenden Mannschaft, und sahen von weitem das in Brand gesteckte Dorf und den brennenden Wald desselben. Auf dem von uns eingeschlagenen Wege hatten wir gehofft an den Nordfuss des Nemrûddagh zu gelangen. aber man führte uns halbwegs doch wieder in das Thal von Gerger hinein, und am Vormittage des 10. Juni mussten wir in Urik wieder bei unserem alten Wirthe absteigen. Wir trafen nunmehr Vorbereitungen zu einem längeren Aufenthalte in der Nähe des Monuments und liessen vor allem in dem länglichen Felskessel, der sich an der Südseite des Kammes hinzieht, etwa eine Stunde von der Spitze entfernt ein Zelt aufschlagen. Dasselbe bestand freilich nur in einem Dache ohne Seitenwände, und als uns einige Tage später der Besitzer des Zeltes verliess, siedelte ich mit den wenigen kurdischen Arbeitern in eine Felshöhle über, wo wir in der Folgezeit beisammen hausten, ohne ein anderes Mittel gegenseitiger Verständigung als einige wenige türkische Wörter. Oben auf der Spitze des Nemrûddagh war der Schnee von der Westseite vollständig verschwunden und warmer Sonnenschein milderte die beständig wehenden kühlen Winde. Ich habe bereits erwähnt, dass die Sessel der colossalen Figuren auf ihren Rückflächen eine griechische Inschrift trugen. Während nun die Arbeiter langsam und träge begannen im Osten die Schrift von dem von oben herabgesunkenen Gerölle zu befreien, gewann ich Zeit, die offen liegenden Theile des Monumentes zu studiren und nothdürftig zu vermessen.

Um noch einmal auf die Lage des Ganzen zurückzukommen, so bildet der Nemrûddagh die westlichste und zugleich höchste Spitze (ca. 6500′) eines langen bis in die Nähe von Bibol reichenden Felsgrates, der nach Westen hin, d. h. nach dem Kiachta-Su und der Ebene, in breitem und steilem Rücken abfällt. Im Osten wird die Spitze durch eine flache Einsenkung von dem hinteren Firste deutlich geschieden. Ihre natürliche, aus zerrissenen Felsen gebildete Gestaltung wird heute durch den Tumulus verdeckt, der in grossartigster Gestalt die imponirende Bergpyramide abschliesst. Aus mehr oder weniger kleinen Steinchen, die man von den umliegenden Bergrücken zusammenlesen konnte — falls sie nicht besonders zu diesem Zwecke zerklopft wurden — hat man auf einer Basis von 150^{m} Breite diesen Hügel zu ca. 45^{m} Höhe aufgeschüttet. Da der Felsgrat im Süden sehr steil abstürzt, ist hier der Neigungswinkel des Tumulus etwas grösser als an der Nordseite, wo er etwa 32° beträgt. Wohl



Puchstein, Reisebericht.

Photogr. Druck der Reichsdruckerei

eine Viertelstunde weit sind vermuthlich schon beim Bau die Steinmassen am Südabhang hinuntergerollt. Schatzgräber, welche besonders hinter den Colossalfiguren in den Kern einzudringen versuchten, haben der Masse des Tumulus wenig anzuhaben vermocht. Zur Veranschaulichung meiner weiter folgenden Beschreibung habe ich die Planskizze (auf Tafel II) entworfen.

In Folge der ovalen Grundform der Spitze, welche aus der Längsrichtung des ganzen Gebirgskammes erklärlich ist, ergiebt sich, dass über die kreisförmige Basis des Tumulus östlich und westlich ein kleiner Abschnitt überschiesst, der jederseits für Aufnahme des künstlerischen Schmuckes der Anlage bestimmt worden ist. Doch auch nordöstlich zeigt sich eine Partie, welche ihre heutige Form einer langgestreckten Terrasse erst durch künstliche Bearbeitung erhalten zu haben scheint. Auf dieser Terrasse ist eine ca. 87^{m} lange Fundamentmauer aus sehr zerbröckeltem Basalt gezogen; sie ist oben mit einer Reihe von 75 verticalen Vertiefungen und nach der Nordseite hin mit einer niederen Vorstufe versehen. Ueber die Bestimmung der Mauer lassen die heute noch längs derselben liegenden Basaltplatten[1] keinen Zweifel; diese waren ursprünglich mit starken Zapfen in die Löcher der Mauer eingelassen und als eine ununterbrochene Wand aufgestellt, deren Vorderseite gewiss nach Norden gerichtet war. Die sämmtlichen Platten, 2^{m} hoch und durchschnittlich 1^{m} breit, auffallend wenig von Wind und Wetter mitgenommen, scheinen ohne Bildwerk und Inschriften zu sein; eine sorgfältigere Untersuchung muss allerdings vorbehalten bleiben. Zwei kürzere, aber unvollständige und sehr verwischte Mauerzüge, welche rechtwinklig auf die Mitte der ersteren stehen, haben zwischen oder auf sich eine colossale Basaltfigur getragen; es ist von derselben freilich nur ein einziges Fragment vorhanden. Zweck und Bedeutung dieses Theiles der Gesammtanlage vermag ich nicht zu errathen.

Schreitet man von dieser Terrasse südlich ein wenig tiefer hinab, so gelangt man auf eine grosse annähernd quadratische Plateform, welche aus dem Kalkfels des Gebirges herausgearbeitet und geglättet ist. Während hier im Westen etwa 6^{m} über uns am Ende einer zerstörten Treppe die Riesen in imposanter Ruhe thronen, begrenzen den Platz rechts und links zwei Schenkelmauern, welche wir sofort nach Analogie der Nordanlage als Sockel einer Plattenreihe erkennen. Im Osten aber lenken die Überreste zweier kleiner Mauern die Aufmerksamkeit auf einen grösseren über die Sockel hinausreichenden Trümmerhaufen hin, aus dem wenigstens rechts und links einige

[1] Eine eingesandte Probe von der Westterrasse ist nach Hrn. WEBSKY's Bestimmung vielmehr Sandstein.

Basaltstufen hervorstehen. Man sieht, dass Schatzgräber den inneren angeschütteten Kern durchwühlt und dabei den ganzen Bau gründlich zerstört haben. Eine seitliche Grenze seiner Ausdehnung scheint durch die Ecke einer auf dem zerrissenen Felsabzturz gebauten Stützmauer bezeichnet zu werden. Einst reicheren Schmuck bezeugen die an die Nordseite gefallenen Statuen eines sitzenden Löwen und eines ruhig stehenden Adlers (Basalt; h. ersterer 1.78, letzterer ohne Kopf 1.11), wie sich deren an anderen Stellen noch mehrere finden.

Die beiden nach Osten zu leise convergirenden Basen mit den Zapfenlöchern — eine Convergenz, welche indessen bei der Grösse des Plateaus nicht bemerkbar ist — lassen hinter sich einen breiten Gang frei; während sie im Osten an dem abschüssigen Terrain abbrechen, ohne dass sich die Länge der Fortsetzung bestimmen liesse, ist bei β das Westende kenntlich erhalten; dagegen haben Geröll und die grossen von der Figurenreihe herabgestürzten Blöcke der Treppe und theils der Statuen selbst den Anfang von α verdeckt. Sie sind unmittelbar auf dem geglätteten Fels aus gleichem Materiale, einem wenig consistenten Kalkstein, mit einzelnen nicht sehr sorgfältig zusammengefügten Quadern gebaut, und bestehen gleichfalls aus dem mit den Zapfenlöchern versehenen Sockel (h. 0.84, br. 0.95) und einer Stufe davor (h. 0.43, br. 0.46). Vor jedem Zapfenloch aber befindet sich in einer Entfernung von 0.46^m ein 0.75^m breiter und ebenso hoher Würfel, der gewöhnlich aus zwei unteren und einer grösseren deckenden Kalksteinquader zusammengesetzt ist — ohne ornamentale Form und ohne äusseres Zeichen seiner Bestimmung. Es muss zugleich erwähnt werden, dass sowohl hinter α wie hinter β, nahe dem Westende, eine zweite aus Basalt gebaute Basis, aber ohne jene Würfel vorhanden ist, von denen β^1 jederseits unvollständig ist, α^1 im Osten nach dem dritten erhaltenen Dübelloch vielleicht abgeschlossen war.

Auf der Terrasse hinter β liegen zwar zahlreiche Scherben, darunter auch grössere Stücke der Platten, welche auf dem Sockel standen, umher; aber von den auf ihrer Vorderseite ursprünglich befindlichen Reliefs sind nur zwei unbedeutende Fragmente erhalten, nämlich der Oberkörper eines nach links gewendeten Mannes im Panzer, unbedeckten und unbärtigen Hauptes, der bei dem vierten Zapfenloch gefunden wurde, und eine zu der sechszehnten Platte gehörige weibliche Brust in Chiton und Mantel.

Nicht viel besser verhält es sich mit den Platten von α, auf denen wir nunmehr unbedenklich auch Reliefs annehmen durften. Unter den grösseren Fragmenten bei 5, 10 und 14 liess sich nur auf dem letzteren noch erkennen, dass es zur Darstellung eines Mannes gehört

hat, der in Tracht und Haltung ziemlich genau der Felsfigur von Gerger entsprach. Dagegen waren bei α^1 die beiden letzten hintenübergefallenen Platten im Äusseren gut und vollständig erhalten (2 : h 1.89, br. 1.11, d. 0.25, Reliefhöhe 0.10. — 3 : h. 1.88, br. 0.86), so dass man auch den Zapfen und den nur an der unteren Kante gelassenen Reliefrand erkennt. Die Darstellungen selbst sind leider arg zerschunden: doch ist trotz der verwaschenen Umrisse deutlich, dass auf beiden Platten je eine männliche Figur dargestellt war — unbärtig, mit vorgesetztem Beine nach links gewendet und die Rechte wie zum Gebet erhebend. Beide sind mit dem Schwert umgürtet und tragen anscheinend einen enganliegenden kurzen Rock, weite Hosen, und darüber einen auf der rechten Schulter mit grosser schleifenförmiger Agraffe befestigten Mantel. Während der erstere barhäuptig steht, kennzeichnet den anderen die uns schon bekannte kegelförmige Tiara.

So bestimmt man aus dieser eigenthümlichen Tracht auf Portraitfiguren schliessen mochte, auch die Geberde offenbar in einer Beziehung zu den Colossalstatuen stand, so war doch der Gedankenzusammenhang des Ganzen nicht ohne Weiteres klar. Wie ich schon bemerkte, befindet sich die Reihe der Sitzfiguren etwa 6^{m} hoch über der eben beschriebenen Terrasse. Dass zu ihnen hinauf eine in den natürlichen Fels gemeisselte Treppe führte, ist besonders am oberen Theile deutlich, obgleich alles zerbröckelt und mit dem Steingeröll vom Tumulus bedeckt ist. Minder klar war aber an den Trümmern zu erkennen, wie sich die Absätze rechts und links zu der breiten Mitteltreppe ursprünglich verhielten. Wie umherliegende Reste beweisen, war der Aufgang einst mit Basaltstufen bekleidet, und vielleicht gehörte zu diesem Belag der vor der Mittelfigur unten noch stehende Rest zweier Basaltblöcke. Klettert man nun an den Abhang hinauf, so gelangt man oben auf eine schmale, neben den Figuren kaum einen Standpunkt gewährende Terrasse, welche gleichfalls aus dem natürlichen Fels gehauen ist. Nur an den äussersten Enden hat sie jederseits durch Aufmauerung ergänzt werden müssen, um für die Eckfiguren Raum zu bieten. Heute sind allerdings diese Mauern eingefallen und mit ihnen jene Figuren — es war ursprünglich je ein sitzender Löwe und ein stehender Adler, welche die Reihe jederseits abschlossen — bis auf die Unterpartie des linken Adlers hinuntergestürzt. Denn die Statuen sind unverdübelt aus einzelnen innen ausgehöhlten Kalksteinblöcken, die man an Ort und Stelle gebrochen hat, zusammengesetzt. Schatzgräber, die auch hier thätig waren, haben, um in das Innere der Figuren zu gelangen, hier und da die Blöcke auseinandergeschoben und die Köpfe heruntergestossen. Doch ist an dieser Seite des Mo-

numentes unter den kopflosen Torsen wenigstens eine, die rechts von der grösseren Mittelfigur sitzende weibliche Statue vollständig erhalten. Den rechten Fuss ein wenig vorstellend, sitzt sie gleich den anderen Gestalten auf einem schmucklosen, nur jederseits vorn nach griechischem Schema profilirten Sessel ohne Lehnen regungslos da, mit etwas erhobenem Haupte über uns wegschauend. Sie ist mit einem Chiton und einem das Hinterhaupt verschleiernden Mantel, ausserdem mit Schuhen bekleidet und trägt im linken Arm ein Füllhorn, während ihre Rechte mit einem Blumen- und Früchtestrauss auf dem Schoosse ruht. Dazu hat sie auf dem Haupte einen Kranz, dessen Ähren über der Stirn zusammenstossen, und war einst mit einem Polos, der jetzt unten am Boden liegt, bekrönt. Ihre ganze Höhe beträgt etwa sieben Meter.

Unter den anderen, sämmtlich männlichen Figuren ragt die mittlere durch ihre Grösse besonders hervor. Auch sie sitzt in stiller Majestät da; ihre Hände, von denen die linke einen kurzen oben verjüngten Bündelstab fasst, ruhen auf den Knien; Rücken und Beine schützt der auf der rechten Brustseite mit breiter schleifenartiger Agraffe genestelte Mantel. Von dem gewaltigen Haupte ist nur noch die obere Hälfte vorhanden, deren gut modellirte, aber etwas leere Formen wenig an die gewöhnliche Bildung des Zeusideals, an welches zu denken die Benennung der Figur uns veranlassen muss, erinnern. Einen ganz fremdartigen Eindruck macht die hohe oben in Form eines steilen Daches auslaufende Tiara; von derselben fallen in den Nacken und über die Ohren breite Klappen herunter und von einem mit Blitzen verzierten Stirnreifen mussten hinten Bänder tief herabhängen. Ausserdem läuft an der Mütze vorn und hinten je ein Streifen hinauf, der mit kreisrunden Scheiben ornamentirt ist.

Die drei noch übrig bleibenden Figuren entsprechen in Haltung und Tracht des Torso genau dieser mittleren. Der herabgestürzte Kopf der links von derselben sitzenden ist leider zum grössten Theile verschüttet und war für mich wegen seiner Colossalität, wie auch die übrigen, nicht zu bewegen. Er trägt dieselbe Tiara, nur dass der Stirnreifen statt der Blitze abwechselnd Rauten und Kreise zeigt; sonst ist der Kopf jugendlich und von länglich ovaler Bildung. Während ferner vom Kopfe der rechten Eckfigur jede Spur verschwunden ist, kennzeichnet nicht nur die Keule im linken Arm, sondern auch der Gesichtstypus die letzte Statue als den Herakles — trotz der hohen Tiara auf seinem Haupte. — Um noch ein Wort über den Stil dieser Figuren zu sagen, so sind die colossalen Köpfe sorgfältig ausgearbeitet und ihre Oberfläche gut erhalten; die Leerheit und Ausdruckslosigkeit der Formen ist vielleicht etwas durch den

grossen Maassstab verschuldet worden. Entsprechend ihrer Bestimmung aus grösserer Ferne zu wirken, sind die Torsen durchgängig nur in grossen detaillosen Maassen angelegt.

Schon mehrfach erwähnte ich eine an der Rückseite der Sessel befindliche griechische Inschrift. Wie der Aufstieg zu derselben von der linken Seite her und der Abstieg rechts angeordnet war, ist bei der Zerstörung nicht mehr zu erkennen. Man wird aber voraussetzen dürfen, dass hinter den Sesseln ein Gang genügenden Raum um heranzutreten für den Leser gewährte. Diesen Gang sicher zu constatiren, war indessen bei den Schwierigkeiten der Bewältigung des immer von neuem nachstürzenden Gerölles und der Ungeduld der Arbeiter nicht möglich.

Die Inschrift selbst läuft in je zwei Columnen über die etwa vierzig Quadratmeter enthaltenden Rückseiten der fünf Sessel und ist in grossen schönen, echt monumentalen Zügen (Bsth. 0.05 — 0.07^{m}) deutlich eingemeisselt. Die Zerstörungen an der unter dem Geröll geschützten Schriftfläche haben weniger Wind und Wetter als vielmehr rohe Gewalt verschuldet. Aber da glücklicher Weise an der Westseite dieselbe Inschrift, allerdings gleichfalls verstümmelt, wiederkehrt, hat sich mit Ausnahme weniger Lücken das ganze Document wieder herstellen lassen. Ich lasse es in seinem ganzen Wortlaute folgen.

Ia.

Βασιλεὺς μέγας Ἀντίοχος Θεὸς δίκαιος Ἐπιφανὴς Φιλορώμαιος καὶ Φιλέλλην ὁ ἐκ βασιλέως Μιθραδάτου Καλλινίκου καὶ βασιλίσσης Λαοδίκης Θεᾶς Φιλαδέλφου τῆς ἐκ βασιλέως Ἀντιόχου Ἐπιφανοῦς Φιλομήτορος Καλλινίκου ἐπὶ καθωσιωμένων βάσεων ἀσύλοις γράμμασιν ἔργα χάριτος ἰδίας εἰς χρόνον ἀνέγραψεν αἰώνιον.

Ἐγὼ πάντων ἀγαθῶν οὐ μόνον κτῆσιν βεβαιοτάτην ἀλλὰ καὶ ἀπόλαυσιν ἡδίστην ἀνθρώποις ἐνόμισα τὴν εὐσέβειαν, τὴν αὐτὴν τε κρίσιν καὶ δυνάμεως εὐτυχοῦς καὶ χρήσεως μακαριστῆς αἰτίαν ἔσχον, παρ' ὅλον τε τὸν βίον ὤφθην, ἅπασι βασιλείας ἐμῆς καὶ φύλακα πιστοτάτην καὶ τέρψιν ἀμίμητον ἡγούμενος τὴν ὁσιότητα. Δι' ἃ καὶ κινδύνους μεγάλους παραδό-

ξως διέφυγον καὶ πράξεων δυσελπίστων εὐμηχάνως ἐπεκράτησα καὶ βίου πολ[υε]τοῦς μακαριστῶς ἐπληρώθην.

Ib.

Ἐγω [π]ατ[ρ]ώ[ι]αν [ἀ]ρχὴν [π]αρ[αλ]α[β]ων βασιλείαν .ΕΝΓ..ΜΟ.C[1] ὑπήκοον θρόνοις κοινὴν θεῶν ἁπάντων εὐσεβείαι γνώμης ἐμῆς δίαιταν ἀπέδειξα, μορφῆς μὲν ἰκόνας παντοίᾳ τέχνηι, καθ' ἃ παλαιὸς λόγος Περσῶν τε καὶ Ἑλλήνων — ἐμοῦ γένους εὐτυχεστάτη ῥίζα — παραδέδωκε, κοσμήσας, θυσίαις δὲ καὶ πανηγύρεσιν, ὡς ἀρχαῖός τε νόμος καὶ κοινὸν ἀνθρώπων ἔθος· ἔτι δὲ ἐμὴ δικαία φροντὶς προσεξεῦρε τιμὰς ἐπιφανῶς γεραράς. Ἐπεὶ δὲ ἱεροθεσίου τοῦδε κρηπεῖδα ἀπόρθητον χρόνου λύμαις οὐρανίων ἄγχιστα θρόνων καταστήσασθαι προενοήθην, ἐν ὧι μακαριστὸν ἄχρι [γ]ήρως ὑπάρξαν σῶμα μορφῆς ἐμῆς πρὸς οὐρανίους Διὸς Ὠρομάσδου θρόνους θεοφιλῆ ψυχὴν προπέμψαν εἰς τὸν ἄπειρον αἰῶνα κοιμήσεται· τότε δὴ καὶ τόνδε χῶρον

IIa.

ἱερὸν ἁπάντων κοινὸν ἀναδεῖξαι θεῶν ἐνθρόνισμα προειλάμην, ὅπως μὴ μόνον ἐμῶν προγόνων οὗτος ὃν ὁρᾷς ἡρῷ[ο]ς λόχος ἐμαῖς ἐπιμελείαις ὑπάρχῃ καθιδρυμένος, ἀλλὰ καὶ δαιμόνων ἐπιφανῶν θεῖος τύπος ἐν ἁγίωι λόφωι καθοσιωθεὶς μηδὲ τόνδε τὸν τόπον ὀρφανὸν ἐμῆς εὐσεβείας ἔχῃ μάρτυρα. Διόπερ ὡς ὁρᾷς Διός τε Ὠρομάσδου καὶ Ἀπόλ-

[1] τ' ἐννόμοις Usener.

λωνος Μίθρου Ἡλίου Ἑρμοῦ καὶ Ἀρτάγνου Ἡρακλέους Ἄρεως ἐμῆς τε πατρίδος παντρόφου Κομμαγηνῆς θεοπρεπῆ ταῦτα ἀγάλματα καθιδρυσάμην. Ἀπό τε λιθείας μιᾶς δαίμοσιν ἐπηκόοις σύνθρονον χαρακτῆρα μορφῆς ἐμῆς συνανέθηκα καὶ τύχης νέας ἡλικιῶτιν ἀρχαίαν θεῶν μεγάλων τιμὴν ἐποιησάμην, μίμημα δίκαιον φυλάσσων ἀθανάτου φροντίδος, ἣ πολλάκις ἐμοὶ παραστάτις ἐπιφανὴς εἰς βοήθειαν ἀγώνων βασιλικῶν εὐμενὴς ἑωρᾶτο. Χώραν τε ἱκανὴν καὶ προσόδους ἐξ αὐτῆς ἀκινήτους εἰς θυσιῶν πολυτέλειαν ἀπένειμα,

IIb.

θεραπείαν τε ἀνέγλειπτον καὶ ἱερεῖς ἐπιλέξας σὺν πρεπούσαις ἐσθῆσι Περσικῶι γένει κατέστησα, κόσμον τε καὶ λιτουργίαν πᾶσαν ἀξίως τύχης ἐμῆς καὶ δαιμόνων ὑπεροχῆς ἀνέθηκα. Περὶ δὲ ἱερουργιῶν αἰδίων διάταξιν πρέπουσαν ἐποιησάμην, ὅπως σὺν αἷς ἀρχαῖός τε καὶ κοινὸς νόμος ἔταξεν θυσίαις καὶ νέας ἑορτὰς εἴς τε θεῶν σεβασμὸν καὶ ἡμετέρας τιμὰς ἅπαντες οἱ κατ' ἐμὴν βασιλείαν ἐπιτελῶσιν. Σώματος μὲγ γὰρ ἐμοῦ γενέθλιον Αὐδναίου ἑκκαιδεκάτην, διαδήματος δὲ Λώου δεκάτην ἀφιέρωσα μεγάλων δαιμόνων ἐπιφανείαις, αἵτινες ἐμοὶ καθηγεμόνες εὐτυχοῦς ἀρχῆς καὶ βασιλείαι πάσηι κοινῶν ἀγαθῶν αἰτίαι κατέστησαν. Χάριν τε θυ[σιῶν π]λήθους καὶ μεγέθους εὐωχίας δύο προσκαθωσίωσα ἡμέρας,

IIIa.

ἑκατέραν τούτων ἐνιαύσιον ἑορτήν. Βασιλείας δὲ πλῆθος εἰς συναγωγὰς καὶ πανηγύρεις καὶ θυσίας ταύτας διελὼν κατὰ κώμας καὶ πόλεις τοῖς ἔγγιστα τεμένεσιν ὡς ἥρμοζεν ἑκάστοις κατὰ γειτνίαν ἐνεορτάζ[ε]ιν ὥρισα. Τοῦ δὲ λοιποῦ χρόνου κατὰ μῆνα μία[ν] ὁμώνυμον ταῖς εἰρημέναις — ὑπὲρ μὲν γενέσεως ἐμῆς τὴν ἑκκαιδεκάτην, ὑπὲρ δὲ ἀναλήψεως διαδήματος τὴν δεκάτην — ἀεὶ διὰ τῶν ἱερέων γεραίρεσθαι παρήγγειλα. Διαμονῆς δὲ τούτων ἕνεκεν, ἣν ἐν φρονίμοις ἀνδράσι εὐσεβὲς ἀεὶ τηρεῖν, οὐ μόνον εἰς τιμὴν ἡμετέραν ἀλλὰ καὶ μακαριστὰς ἐλπίδας ἰδίας ἑκάστου τύχης ἐγὼ καθοσιώσας, ἐν στήλαις ἀσύλοις ἐχάραξα γνώμηι θεῶν ἱερὸν νόμον, ὃν θέμις ἀνθρώπων γενεαῖς ἁπάντων, οὓς ἂν χρόνος ἄπειρος εἰς διαδοχὴν χώρας ταύτης ἰδίαι βίου μοίραι καταστήσῃ, τηρεῖν ἄσυλον εἰδότας, ὡς χαλεπὴ νέμεσις βασιλικῶν δαιμόνων τιμωρὸς ὁμοίως ἀμελίας τε καὶ ὕβρεως ἀσέβειαν διώκει, καθωσιωμένων τε ἡρώων ἀτειμασθεὶς νόμος ἀνειλάτους ἔχει ποινάς. Τὸ μὲν γὰρ ὅσιον ἅπαν κοῦφον ἔργον, τῆς δὲ ἀσεβείας ὀπισθοβαρεῖς ἀνάγκαι. Νόμον δὲ τοῦτον φωνὴ μὲν ἐξήγγειλεν ἐμή, νοῦς δὲ θεῶν ἐκύρωσεν.

IIIb.

Νόμος.

Ἱερεὺς ὅστις ὑπ' ἐμοῦ καθέσταται θεῶν ἡρώων τε τούτων, οὓς περὶ κορυφὴν Ταυρείων αὐχένων ἱεροθεσίωι σώματος ἐμοῦ καθειδρυσάμην, ὅστις τε ἂν ὑστέρωι χρόνωι τάξιν

λάβῃ ταύτην, ἐκεῖνος ἠλευθερωμένος ἄλλης χρείας ἁπάσης ἀνεμπόδιστος ἀπροφάσιστός τε ἱεροθεσίωι τούτωι προσκαρτερείτω προνοούμενος θεραπείας τε καὶ κόσμου πρέποντος ἱερῶν ἀγαλμάτων. Ἐν δὲ γενεθλίοις ἡμέραις, ἅ[ς ἐγὼ] ἐμμήνους ἐνιαυσίους τε [ἑορτὰς] θεῶν τε κἀμοῦ κατὰ πᾶν ἔτος ἀεὶ διατέταχα, κόσμον Περσικῆς ἐσθῆτος ἀ[ν]αλαμβάνων, ὃν καὶ χάρις ἐμὴ καὶ πάτριος νόμος ἡμετέρου γένους αὐτῶι περιέθηκε, στεφανούτω πάντας τοῖς χρυσοῖς στεφάνοις, οὓς ἐγὼ καθιέρωσα δαιμόνων εὐσεβέσι τιμαῖς, προσόδους τε λαμβάνων ἀπὸ κωμῶν, ὧν ἐγὼ καθωσίωσα φύσεως ἡρωικῆς χάρισιν ἱεραῖς, ἐπιθύσεις ἀφειδεῖς λιβανωτοῦ καὶ ἀρωμάτων ἐν βωμοῖς τούτοις ποιείσθω· θυσίας τε πολυτελεῖς εἰς τιμὰς θεῶν τε καὶ ἡμετέρας ἀξίως ἐπιτελείτω. [Τρ]απέζας μὲν ἱερὰς πρεπούσης θοίνης γε[μίζ]ων, κρατῆρας δὲ ὑποληνίους ἀφθόνου κράματος πληρῶν δεχόμενός τε σὺν θεραπείαι πᾶν τὸ παρατυγχάνον πλῆθος ἐπιχώριον καὶ παρεπίδημον κοινὴν ἀπόλαυσιν ἑορτῆς παρεχέτω συναγωγαῖς ὄχλων, αὐτὸς μὲν ὡς ἔθος ἱερω(ο)σύνης τιμῆι γέρας ἐξαιρούμενος,

IVa.

τοῖς δὲ λοιποῖς χάριν ἐμὴν εἰς ἐλευθέραν ἡδονὴν διανέμων, ὅπως ἕκαστος ἐν ἱεραῖς ἡμέραις ἀνελλιπῆι χορηγίαν λαμβάνων ἀσυκοφάντητον ἔχῃ τὴν ἑορτὴν εὐωχούμενος ὅπου προαιρεῖται. τοῖς τε ἐκπώμασιν οἷς ἐγὼ καθειέρωσα διακονείσθωσαν, ἕως ἂν ἐν ἱερῶι τόπωι συνόδου κοινῆς μεταλαμβάνωσιν. Ὅσον τε πλῆθος εἰς τοῦτο καθειέρωσα μουσικῶν, καὶ ὅσον ἂν ὕστερον καθοσιωθῇ, υἱοί τε τούτων καὶ θυγατέρες ἔκγονοί τε αὐτῶν ἅπαντες διδασκόμενοι τὰς αὐτὰς τέχνας ἀπαρενόχλητοι μὲν τῶν ἄλλων ἁπάντων ἀφείσθωσαν, ταῖς δὲ διατεταγμέναις ὑπ᾿ ἐμοῦ συνόδοις ἐνταῦθα προσ-

καρτερείτωσαν ἀπροφασίστως τε τὰς
λειτουργίας, ἐφ' ὅσον ἂν βούληται χρόνον ἡ
σύνοδος, ποιείσθωσαν. Μηθενὶ δὲ ὅσιον
ἔστω μήτε βασιλεῖ μήτε δυνάστει μή-
τε ἱερεῖ μήτε ἄρχοντι τού-
τους ἱεροδούλους, οὓς ἐγὼ θεοῖς
τε καὶ τιμαῖς ἐμαῖς κατὰ δαιμό-
νιον βούλη-
σιν ἀνέθηκα,
μηδὲ μὴν παῖδας ἐκγόνους
τε ἐκείνων, οἵτινες ἂν ἐν
ἅπαντι χρόνωι τοῦ-
το γένος διαδέχωνται,

IVb.

μήτε αὐτῶι καταδουλώσασθαι
μήτε εἰς ἕτερον ἀπαλλοτριῶσαι
τρόπωι μηδενὶ μήτε κακῶσαί
τινα τούτων ἢ περισπάσαι λειτουρ-
γίας ταύτης, ἀλλ' ἐπιμελείσθωσαν
μὲν αὐτῶν ἱερεῖς, ἐπαμυνέτωσαν
δὲ βασιλεῖς τε καὶ ἄρχοντες
ἰδιῶταί τε πά[ν]τες· ο[ἷς] ἀποκείσε-
ται παρὰ θεῶν καὶ ἡρώων χάρις
εὐσεβείας. Ὁμοίως δὲ
μηδὲ κώμας, ἃς ἐγὼ καθειέρωσα
δαίμοσιν τούτοις, μηδενὶ
ὅσιον ἔστω μήτε ἐξιδιά-
σασθαι μήτε ἐξαλλοτριῶσαι
μήτε μεταδιατάξαι μήτε
βλάψαι κατὰ μηδένα τρόπον κώ-
μας ἐκείνας
ἢ πρόσοδον, ἣν ἐγὼ κτῆμα δαιμόνων
ἄσυλον ἀνέθηκα. Ὡσαύτως δὲ μηδὲ
ἄλλην παρεύρεσιν εἰς ὕβριν ἢ ταπείνω-
σιν ἢ κατάλυσιν ὧν ἀφωσίωκα
θυσιῶν καὶ συνόδων ἐπιμηχανή-
σασθαι μηδενὶ κατὰ τιμῆς ἡμετέρας
ἀκίνδυνον ἔστω. Ὅστις δ' ἂν διατά-
ξεως ταύτης δύναμιν ἱερὰν ἢ τιμὴν
ἡρωικήν, ἣν ἀθάνατος κρίσις ἐκύρωσεν,

Va.

καταλύειν ἢ βλάπτειν ἢ σοφίζεσ-
θαι δίκαιον νοῦν ἐπιβάληται, τούτωι
δαιμόνων ὀργὴ καὶ θεῶν ἁπάντων αὐ-
τῶι καὶ γένει πρὸς ἅπασαν τιμωρίαν
ἀνείλατος ἔστω. Τύπον δὲ εὐ-
σεβείας, ἣν θεοῖς καὶ προγόνοις
εἰςφέρειν ὅσιον, ἐγὼ παισὶν
ἐκγόνοις τε ἐμοῖς ἐμφανῆι
καὶ δι' ἑτέρων πολλῶν καὶ
διὰ τούτων ἐκτέθεικα, νομί-
ζω τε αὐτοὺς καλὸν ὑπόδειγμα
μιμήσασθαι γένους αὔξον-
τας ἀεὶ συγγενεῖς τιμὰς ὁμοίως
τ' ἐμοὶ πολλὰ προσθήσειν
ἐν ἀκμῆι χρόνων ἰδίων εἰς
κόσμον οἰκεῖον· οἷς ταῦτα πράσ-
σουσιν ἐγὼ πατρώους πάντας θε-
οὺς ἐκ Περσίδος τε καὶ Μακετίδος
γῆς Κομμαγηνῆς τε ἑστίας ε[ἵλ]ε-
ως εἰς πᾶσαν χάριν εὔχομαι δια-
μένειν. Ὅστις τε ἂν βασιλεὺς ἢ
δυνάστης ἐν μακρῶι χρόνωι ταύτην
ἀρχὴν παραλάβῃ, νόμον τοῦτον

Vb.

καὶ τιμὰς ἡμετέρας δια-
φυλάσσων καὶ πα[ρεκτὸς][1] ἐμῆς εὐχῆς ἵλεως
δαίμο[νας καὶ] θεοὺς
πάντας ἐχέτω· ...... ΜΩΙ[2] δὲ
γνώμηι κατὰ δαιμόνων τιμῆς καὶ
χωρὶς ἡμετέρας ἀρᾶς παρὰ
θεῶν ἐχθρὰ πάντα.

Die Inschrift bietet für die Räthsel des Monumentes einen höchst willkommenen Schlüssel. Vor allem lernen wir als den Stifter König Antiochos von Kommagene kennen, dessen Abstammung von einem Könige Mithradates und einer syrischen Prinzessin und dessen Zeit (um 69—34 v. Chr.) erst jüngst Mommsen klar gestellt hat (Mitth. d. deutsch.

[1] παρεκτὸς Usener.
[2] ὑπερθύμωι (s. IIIa. 26) Usener.

archäol. Inst. zu Athen I, S. 27 ff.). Nachdem Antiochos die Frömmigkeit seiner Gesinnung, die ihm Macht, eine glückliche Herrschaft und alle Lebensgüter eingetragen habe, in beredten Worten geschildert, verleiht er dieser Versicherung durch Anführung seiner gottesfürchtigen Thaten überzeugenderen Ausdruck: nicht allein, dass seine Herrschaft den Göttern untergeordnet und anvertraut war, er hat ihnen auch Abbilder geweiht und für deren Verehrung Sorge getragen. Hier an der Stätte, wo es ihm galt, nahe den himmlischen Sitzen der Götter eine Ruhestätte für seinen eigenen, von der Seele verlassenen Leib zu errichten, hat er dieselbe zugleich zu einer Cultstätte der Götter und seiner seligen Ahnen bestimmt. Er liess es nicht bei der Anlage des Heiligthums allein bewenden, sondern setzte auch Priester ein, welche mit freigebig gestifteten Mitteln jährlich an seinem Geburts- und Krönungstage eine solenne Feier zur Ehre der Götter veranstalten sollten. Um der Beständigkeit dieser seiner Einrichtungen versichert zu sein, verpflichtete er durch ein ausdrückliches Gesetz alle nach ihm kommenden Gewalthaber, dieselben aufrecht zu erhalten. Wir stehen also an dem zum Götter- und Ahnencultus geweihten Grabmal des Antiochos, einem ἱεροθέσιον, in dessen, wohl unterirdischer Felskammer vielleicht noch heute unversehrt der Leichnam des Königs ruht. Auch über das Detail der Anlage werden wir belehrt. Die Colossalbilder sind Darstellungen der Götter, und nach der Inschrift erkennen wir leicht in der dominirenden Mittelfigur (*a*) den Zeus Oromazdes, ferner auf den Ehrenplätzen rechts von ihm (*c*) die Kommagene, links (*b*) den jugendlich ideal dargestellten König selbst, während weiterhin die eigenthümlichen synkretistischen Gottheiten links (*d*) des Artagnes-Herakles-Ares, rechts (*e*) des Apollon-Mithras-Helios-Hermes die von Adlern und Löwen (*ff*) behütete Reihe schliessen. Der Altar, auf welchem an den Festtagen der Priester Weihrauch und Opfer darbringen sollte, dürfte in der grossen, von Stufen umgebenen Anlage im Osten des heiligen Bezirkes wiederzuerkennen sein, und die heroisirte Ahnenschaar, von der wir bisher so ärmliche Reste wiederfanden, war auf den Reliefs dargestellt; auch ihrer Huld sollte auf den vor jedem Bilde aufgestellten Altärchen geopfert werden, ihnen, die selbst wiederum den grossen Göttern huldigend dargestellt waren. Über die Inschriften, welche die Reliefs in dieser Weise noch bestimmter im einzelnen erklären, berichte ich weiter unten.

So durch die grosse Inschrift über das Monument im wesentlichen belehrt, wollen wir jetzt den Rundgang um den Tumulus vollenden. Wir verlassen die Plateform der Ostseite auf einer kleinen, etwa 1^m breiten Felstreppe hinter dem Sockel der südlichen Heroenreihe und schreiten von ihr aus über das Geröll des steil abstürzenden

Hügels zu der Westseite. Hier steht noch linker Hand von uns ein Rest des gewachsenen Felsens, aus dem man gleichfalls eine Plateform herausgehauen hat; wo es nöthig war, eben nach Westen hin, hat man dieselbe durch eine Stützmauer mit Terrasse vergrössert. Heute ist dieser ganze Theil mit den Trümmern colossaler Figuren bedeckt; dass dieselben mit denen der Ostseite identisch waren, bezeugen nicht sowohl die Standspuren, als vielmehr die Köpfe selbst. Es sind ausser dem der Kommagene die tiarageschmückten Häupter des Zeus, des Antiochos mit dem länglich ovalen Gesichtsschnitt, des Herakles und auch des Apollon, den wir an der Ostseite vermissten. Leider lagen die unbewegbaren, wegen der grossen Mützen bis zu 3^m hohen Köpfe zwischen den Trümmern so verdeckt, dass ein genaueres Studium für mich unmöglich war. Doch liess sich bemerken, dass sie von anderer und zwar geschickterer Hand herrührten. Es fehlen übrigens auch hier nicht die Reste der beiden Thierpaare in der Figurenreihe. Wohl in Folge der flacheren Absenkung des ursprünglichen Felskernes ragten hier die Göttergestalten nicht hoch über der Terrasse empor, sondern waren auf ein etwa $2^1/_2{}^m$ hohes schmuckloses Postament gestellt.

Dass an der Westseite ferner auch die heilige Ahnenschaar wiederkehrte, erkennen wir zunächst an den gleichartigen Basenfundamenten, welche südlich (*A*) und westlich (*B*) die Terrasse begrenzen. Es bleibt demnach hier wenigstens kein Platz für eine altarähnliche Anlage, wie wir sie im Osten gefunden. Den nördlichen Abschluss der Terrasse aber hat der Einsturz der ursprünglichen Aufschüttung zerstört — abgesehen davon, dass ihn uns ein grosser Schutthaufen verbirgt, welcher von einem früheren Versuche, oberhalb in den Tumulus einzudringen, herrührt.

Was nun die Ahnenreliefs selber betrifft, so erweckte eine grössere Anzahl von Plattenfragmenten die Hoffnung, hier im Westen einige derselben besser erhalten zu finden. Besonderes Interesse verlieh ihnen der Umstand, welcher sich erst hier herausstellte, dass die bisher vermissten Namen und Titulaturen der Ahnen des Antiochos auf den Rückseiten der Reliefs eingeschrieben erschienen. Glücklicherweise war gerade die erste Platte, welche die südliche Reihe der Vorfahren beginnt, in leidlichem Zustande erhalten (h. 2^m, br. 1.12). Auf derselben war ein nach links (zu den Götterstatuen) gewendeter König dargestellt, welcher in der Linken, gleich den Göttern auf der Ostseite des Monuments, einen kurzen Stab hält und mit der etwas vorgestreckten Rechten eine Schale ausgiesst. Seinen langen, vorn offenen Rock hält über der Brust eine aus zwei runden Medaillons gebildete Agraffe zusammen, und eine hohe, an der Spitze vornüber

fallende Tiara schmückt sein Haupt. Wer konnte in dieser fremden ungriechischen Tracht die Ahnenreihe eröffnen? Da die Platte auf der Rückseite lag, war die den Namen angebende Inschrift verdeckt. Doch den vereinten Anstrengungen der Arbeiter gelang es, das schwere Relief ein wenig zu heben — und siehe da, man las unten deutlich:

Βασιλεὺς μέγας Ἀντίοχος Θεὸς
Δίκαιος Ἐπιφανὴς
Φιλορώμαιος καὶ Φιλλέλλην
ὁ ἐκ βασιλέως Μιθραδάτου
Καλλινίκου καὶ βασιλίσσης
Λαοδίκης Θεᾶς Φιλαδέλφου
βασιλέα βασιλέων μέγαν
Δαρεῖον τὸν Ὑστάσπ[ου.

Also der Perserkönig Darius, des Hystaspes Sohn, galt hier wie in den angrenzenden Königreichen als Stammvater des Geschlechts. Da war es zu bedauern, dass Wind und Wetter alles Detail an der Darstellung einer so interessanten Persönlichkeit verwischt hatte. Um so gespannter musste man auf die Fortsetzung der Reihe sein. Denn auch die zweite Platte, auf der sich das Bild des Xerxes erwarten liess, war ja vorhanden. Aber da diesmal die Rückseite oben lag, ist gerade die den Namen enthaltende Stelle zerstört. Die Vorderreihe der schweren Platte (h. 1.98, br. 1.23) würde mir zu sehen nicht vergönnt gewesen sein, wenn dieselbe nicht dadurch, dass sie auf das davorstehende Altärchen gefallen ist, hohl gelegen hätte. So konnte ich auf dem Rücken liegend darunter schlüpfen und die Darstellung — freilich in ungünstigster Weise — betrachten: wiederum ein König in derselben Tracht wie Darius, auch mit derselben Geberde der Libation. Die Erhaltung alles Details — mit Ausnahme einiger Verletzungen an der Stirn und den Füssen der Figur — war vorzüglich. Die Tiara wie auch die Stiefel zeigten sich mit Sternen geschmückt, und den Saum des Rockes ziert rings eine doppelte Bordüre, aussen mit einem Rautenmuster, innen mit einem Lorbeerzweige besetzt. Der weite Halsausschnitt des Rockes giebt ferner Raum für eine breite Schnur, die mit ovalem Stein geschlossen ist, und auf die Medaillons der Agraffe ist je ein Adler mit ausgebreiteten Flügeln sorgsam ciselirt. In den höchst spärlichen Falten des dickstoffigen Rockes, in dem etwas archaistisch gebildeten Vollbarte, endlich in den detaillosen schematischen Zügen des Gesichts spricht sich unverkennbar das Bestreben des Künstlers aus, der Gestalt ein alterthümliches, orientalisches Aussehen zu verleihen.

Von dem Vorhandensein der dritten und vierten Reliefplatte zeugen nur noch Bruchstücke: aus einem der folgenden Platte angehörenden

kann man entnehmen, dass im Bilde der Typus eines persischen Grosskönigs wiederholt war, obgleich der Inschriftrest von dem Namen der dargestellten Person (////ΛΝΔΟΥ) auf einen Mann aus der nächstdem auftretenden Familie hinweist. Es folgte der sonst Orontes genannte Schwiegersohn Artaxerxes' II., Aryandes, des Artasuras Sohn, der Gemahl der Rodogune. Von den Darstellungen der in dieser südlichen Reihe weiter folgenden Platten waren nur wenige kaum erwähnenswerthe Fragmente sichtbar; leider genügen auch die Inschriftreste nicht die Namen festzustellen, selbst wenn wir die an der Ostseite vorhandenen Trümmer zu Rathe ziehen. Es erwies sich nämlich bei einer erneuten Untersuchung derselben, dass an fünfter Stelle der Reihe α — oder wenn wir auf Grund des Thatbestandes auf der Westseite annehmen, dass der Anfang von α um ein Zapfenloch zu verlängern ist, gleichfalls an sechster Stelle — wiederum Aryandes inschriftlich erscheint. Darnach wenigstens kann kein Zweifel sein, dass, wie die Götter-, so auch die Heroendarstellungen beiderseits des Tumulus identisch waren. Der achte Ahne sodann gehörte wieder, wie sich aus einem Fragment der Inschrift auf der Platte *A* 8 ergiebt, der Familie des Aryandes an; interessant ist an demselben, dass er im Gegensatz zu dem Darius und seinen Nachfolgern in derjenigen Tracht erscheint, welche wir am Felsbild von Gerger, ferner hier an den (inschriftslosen) Reliefs bei α^1 kennen lernen. Ganz zweifelhaft bleibt mir vorläufig die gegenüber dem Aryandes wieder als König bezeichnete Person der zehnten, resp. eilften Platte der Ostseite, welche in dem Inschriftfragment

ΒΑϹΙΛΕΑ////ΡΓ/////
ΤΟΝΕΚΒ///
ϹΑΜΟΥ

genannt wird.

Und ebenso wenig ist es mir möglich schon jetzt zu entscheiden, ob der Mithradates, welcher auf einem Fragment einer im Westen von der Terrassenmauer hinuntergestürzten Platte erscheint, der Vater des Königs Antiochos, und etwa identisch mit dem im Osten bei α 14 (resp. 15) vorkommenden Könige gleichen Namens ist. Hier lautet der den Namen enthaltende Theil der Dedicationsinschrift:

ΒΑϹΙΛΕΑΜΙΘΡΑ////
ΚΑΛΛΙΝΙΚΟΝΤ///////
//////ΟΕϹΑΜΟ/////////

Bei der starken Zerstörung der Südwestecke der westlichen Terrasse war nicht genau zu ermitteln, welche Anzahl von Reliefs ursprünglich der südliche Sockel trug. Dass die Lücke zwischen dieser und der westlichen Basis *B* nicht erst nachträglich entstanden, sondern von Anfang an beabsichtigt gewesen sei, ist wahrscheinlich. Vielleicht

wurde sie offen gelassen, um von dem inneren Hofe aus einen Zugang zu den Terrassen hinter den Reliefs zu gewähren, da man hier allein die Inschriften der Rückseiten lesen konnte. Besonders ein Grund spricht für eine ursprüngliche Trennung der beiden Sockel. Wie nämlich der südliche offenbar für den Stammbaum des Vaters des Antiochos bestimmt war, so weisen die inschriftlichen, wie bildlichen Reste der westlichen Reliefreihe darauf hin, dass in dieser Reihe die Seleuciden, die Ahnen mütterlicherseits, dargestellt waren.

Vielleicht stand entsprechend dem Darius hier Alexander d. Gr. an der Spitze der syrischen Dynastie. Da leider nirgends eine ganze Platte erhalten war, bot sich kein volles Bild eines der syrischen Könige; nach den wenigen vorhandenen Fragmenten scheint es, als wären dieselben unbedeckten Hauptes und in griechischem Panzer dargestellt gewesen. Über die unter den Königen etwa getroffene Auswahl lässt sich nichts bestimmtes sagen; sicher ist nur, dass an eilfter Stelle — falls der Anfang von *B* vollständig ist — Demetrios Nikator, an zwölfter wahrscheinlich Antiochos Philometor, der vermuthete Grossvater des kommagenischen Antiochos, sich befand. Weiterhin erscheint an sechszehnter Stelle eine in Vorderansicht stehende Königin Isias Philostorgos; mit Chiton und Mantel bekleidet, legt sie die Rechte an den Busen, während die Linke unter dem Gewande herabhängt; der Kopf fehlt. Von ihrer unbenannten Nachbarin liess sich nur ein einfaches Gewand erkennen.

Schon oben habe ich bemerkt, dass der nördliche Theil der Westterrasse theils zerstört, theils unter einem beträchtlichen Steinhaufen verschüttet liegt. Dass aber die Plateform sich in dieser Richtung einst noch bedeutend ausgedehnt haben muss, zeigt die ziemlich fern zu Tage tretende Reliefbasis *C*. Zwar sind in derselben nur zwei Zapfenlöcher erhalten, aber allein der Umstand, dass noch Reste von drei hierhergehörigen Platten vorhanden sind, spricht dafür, dass die weitere Fortsetzung des Sockels — wohl an dem Abhange — zu Grunde gegangen ist. Um das ganz undeutliche Fragment der ersten Platte zu übergehen, so befand sich an zweiter Stelle eine bis auf den Kopf gut erhaltene Königin, von vorn gesehen, in doppeltem Untergewande, die Rechte im Mantel vor der Brust, in der Linken ein langes Scepter haltend. Etwas neues bieten aber die Fragmente einer dritten grösseren Platte (h. 2.04, br. 1.58): zwei einander gegenüberstehende junge Männer, in der schon als kommagenisch bekannten Tracht, reichen sich die Hände, beide mit dem Schwerte umgürtet, der linke ausserdem mit kurzem Dolche an der rechten Seite; während von dem zur Linken der Oberkörper grösstentheils fehlt, hält der rechts ein langes Scepter und trägt die oben etwas verbreiterte

Tiara, wie sie bei den Götterfiguren vorkommt. Da Inschriften fehlen, haben wir einstweilen keinen Anhaltspunkt zur Erklärung dieser Reliefreihe.

Unweit derselben sah unter dem Geröll die Kante einer breiteren Fundamentmauer hervor. Das bestimmte mich die Freilegung zu versuchen, um so den Zusammenhang von *C* mit der Statuenreihe aufzudecken. Zwar ist es mir nicht ganz gelungen, doch kann der gegebene Grundriss der aufgedeckten Reliefbasis *D* als sicher gelten. Was hier einst aufrecht stand, war durch die von oben herabgeschütteten Massen umgeworfen und auf die Vorderseite gefallen, die Steindecke aber musste alles gegen weitere Unbill vortrefflich schützen. Es haben hier ursprünglich auf den Enden der Basis wiederum je ein Adler und ein Löwe aus Basalt gestanden, welche eine Reihe von 5 Platten einschlossen. Auf den Rückseiten der Platten kamen kurze Weihinschriften von gleicher Fassung, wie die auf den Ahnenreliefs, zum Vorschein; doch werden hier statt der Könige Götter genannt und zwar dieselben, welche wir in den Colossalstatuen trafen, auf der ersten nördlichsten Platte (h. 2.36. br. 1.46) die Kommagene, auf der zweiten (h. 2.36, br. 1.47) Apollon Mithras-Helios-Hermes, auf der dritten (h. 2.90, br. 2.30) Zeus-Oromazdes, auf der vierten endlich (h 2.36. br. 1.46) Artagnes-Herakles-Ares; die letzte Platte (h. 1.78, br. 2.46) war inschriftslos. Kleinere unter der Widmung ausserdem eingemeisselte Schriftzüge, welche anscheinend den grössten Theil der Platten bedeckten, vermochte ich, da sie sehr verwischt waren, trotz wiederholter Versuche, nicht zu entziffern. In besonders schwieriger Lage befand ich mich gegenüber den Darstellungen auf der Vorderfläche dieser Platten. Nicht allein wegen der beträchtlichen Grösse und Schwere der Stücke, sondern namentlich auch wegen der den Reliefs bei Behandlung mit roher Gewalt drohenden Gefahr, durfte ich keinen Versuch wagen, dieselben umzudrehen; der unter ihnen befindliche hohle Raum war aber zu eng, als dass ich mich hätte hineinzwängen können. Immerhin liess sich vom Rande aus wenigstens so viel erkennen, dass auf der ersten Platte eine weibliche Figur, wohl eben die Kommagene, einem Könige (dem Antiochos) gegenüberstehend, dargestellt war; auf der vierten sah man rechts den Herakles nackt mit Keule und Löwenfell im linken Arm.

Damit ist der Thatbestand dessen, was auf dem Nemrûddagh offen lag oder mit meinen einfachen Mitteln sichtbar zu machen war, kurz angegeben. Zwei voller Wochen hatte ich bedurft, um das hiermit gegebene Bild zusammenzufügen — zwei Wochen, die mehr dem Kampfe mit den Arbeitern, als eindringendem Studium gewidmet sein konnten.

Am 26. Juni Nachmittags verliess ich die wohl einzig dastehende Stätte auf dem beschwerlichen Pfade nach Kiachta, wohin Hr. Sester bereits früher vorausgegangen war, um den Kaimakam wegen angeblich von uns gefundener Gold- und Silberschätze zu beruhigen. Hereinbrechende Dunkelheit verhüllte mir leider das Bild des von einem imposanten Castell überragten Dorfes. Schon den nächsten Tag machten wir uns wieder von Kiachta auf. Noch einmal sahen wir die herrliche römische Brücke und in hellerem Lichte das Denkmal Karakûsch. Als wir dann die immer noch hoch gelegene, von einzelnen niedrigen Hügelketten durchzogene Ebene auf dem Wege nach Samsât passirten, machte die baumlose, von heissen Winden versengte Landschaft im Gegensatz zu der herrlichen Frische auf dem hinter uns lange sichtbaren Nemrûddagh einen gar öden Eindruck. Einige Stunden vor Samsât kamen wir zu dem Dorfe Selik. Hr. Loydvet in Beirut hatte uns mitgetheilt, dass sich hier ein kleines, merkwürdiges Relief befände. Dasselbe war in der Umgebung bereits zu einiger Berühmtheit gelangt, und im Dorfe selbst merkte man sofort, dass wir dasselbe zu suchen kämen. Die Darstellung, ein dem Herakles die Hand reichender, gewiss kommagenischer König, und noch mehr die auf der Rückseite des Basaltsteines (h. 1.37, br. 0.60, d. 0.57) befindliche, durch dessen moderne Verwendung leider verstümmelte Inschrift, die mit der letzten Hälfte des Nomos auf dem Nemrûddagh stellenweis wörtlich übereinstimmt, liessen annehmen, dass das Relief von einem, den beiden uns bisher bekannten ähnlichen Monumente herrühren müsse. Man behauptete, dass es von einem kleinen, etwa $1\frac{1}{2}$ Stunden entfernten Hügel zum Dorfe verschleppt worden sei. Während der epigraphische Charakter der Inschrift den Zügen auf dem Nemrûddagh nichts nachgiebt, steht allerdings die Ausführung der Sculptur hinter der sauberen Arbeit der Ahnenreliefs dort weit zurück.

In Samsât erinnert anscheinend nichts mehr an die einstige Residenz der kommagenischen Könige Samosata; die wenigen Trümmerreste einer ganz späten Umfassungsmauer, die hier und da in den Feldern noch sichtbar ist, sind ebenso unbedeutend, wie die mittelalterliche Ruine eines etwas östlich von dem heutigen Dorfe Samsât gelegenen Burghügels.

Unser nächstes Ziel war nunmehr das auf der Hinreise zum Nemrûddagh bereits von ferne gesehene Monument Sesynk, dessen kommagenischer Ursprung nach dem, was wir inzwischen gesehen hatten, kaum mehr zweifelhaft sein konnte. Nachdem wir zunächst einige Stunden am rechten Ufer des Euphrat stromabwärts gezogen waren, zwangen uns die den Fluss enger einschnürenden Felsen seitwärts durch die tief einschneidende Furche eines Baches wieder das Plateau zu gewinnen; dann

gelangten wir noch an demselben Tage (30. Juni) über Trusch[1] und durch das flache Thal des Göksu an den Fuss des Kyzyldagh, unterhalb des Monumentes, wo wir in Laubhütten übernachteten. Am nächsten Morgen führten mich einige Kurden zunächst durch den längs des Gebirges fliessenden Arabantschai, dann über die rauhen, mit Eichengestrüpp spärlich bewachsenen Felsen hinauf. Auch hier fand sich ein niedriger, ebenfalls aus Steinen aufgeschütteter Tumulus, um den an drei Seiten je zwei dorische, uncannelirte Säulen später Formation symmetrisch aufgestellt sind. Auf den Balken, welche ihre Capitelle verbinden, haben einst Bildwerke gestanden; doch ist nur die ganz zerschundene Kalksteingruppe zweier nebeneinander sitzenden Gestalten — eines Mannes und einer Frau — erhalten. Besonderes Interesse verleiht aber diesem Monument der Umstand, dass sich an der Nordseite ein in den Fels gehauener und tief abwärts führender Dromos befindet; derselbe ist leider zu stark verschüttet, als dass wir bis zur wenig sichtbaren Thür der (Grab-)Kammer hätten vordringen können. Ebenso zeigte sich östlich von dem Dromos ein senkrecht in den Fels getriebener Schacht (br. 1.65, l. 2.53), auch dieser verschüttet und daher unzugänglich. Die Dimensionen des ganzen Denkmals sind bedeutend kleiner, als die von Karakûsch, und nach den allerdings wenig durchgearbeiteten architectonischen Formen, könnte man annehmen, dass es jünger als jenes sei.

Über den Schluss der Reise kann ich mich kurz fassen. Da wir Marʿasch berühren wollten, durchschnitten wir in ziemlich nördlicher Richtung die kornreiche Hochebene zwischen dem Kyzyldagh und den weit vortretenden Vorbergen des Taurus, in denen auf langer Linie der Arabantschai seine Wasser sammelt. Auf den Höhen des in heissem Thalkessel gelegenen Behesni sahen wir zum letzten Mal den Nemrûddagh. Da die auf der südlichen Strasse nach Marʿasch gelegenen Dörfer wegen der vorgerückten Jahreszeit bereits von den Bewohnern verlassen sein sollten, führte man uns im Bogen näher längs des Gebirges hin über Nadjar nach Marʿasch, das wir am 5. Juli erreichten. Wiederum fanden wir bei den americanischen Missionären, welche sich nördlich über der in Gärten gelegenen Stadt angesiedelt haben, gastfreie Aufnahme. Hrn. Rev. Marden verdanke ich, dass er mich mit den zerstreuten antiken Felsgräbern bekannt machte, welche unsorgfältig genug in das weiche, schlecht bildsame Conglomeratgestein eingehauen sind. Wir sahen auch die, eine ältere, nichtgriechische Cultur bezeugenden Sculpturen, von denen Hr. Marden

[1] Nach Namensspur und Distanz von Samosata wohl das *Tarsa* oder *Tharse* des Itin. Anton. und der Tab. Peuting. K.

in dem Februarhefte des Missionary Herald 1882 eine kurze Notiz gegeben hat.

Von Mar'asch aus konnte man weit hinein sehen in die südliche Einsenkung zwischen dem Giaurdagh und dem Kurddagh. Nachdem wir am Abend des 10. Juli wieder aufgebrochen, stiegen wir zunächst in die Ebene des Erkennes-Su hinunter, passirten das sumpfige Aksuthal und berührten auf dem weiteren Wege noch einmal Saktschegözü. Von hier wandten wir uns in westlicher Richtung, um den Giaurdagh zu überschreiten, dem heute viel betretenen Pass Arslanboghaz zu, an dessen Eingang das Dorf Hasan-Ali liegt.[1] Dieselbe Erfahrung, welche wir auf dem Gebirgswege nach Islahie gemacht hatten, wiederholte sich auch hier Sehr bald, nachdem wir längs des Randes der Ebene auf das Gebirge gestiegen waren, standen wir noch diesseits des höchsten Gebirgskammes auf der Passhöhe und fanden jenseits zwischen hohen Bergen längs des Horutschai einen flachen und höchst bequemen Abstieg. Zu einem grösseren Thale zwischen niedrigen Höhen verbreitert sich die Furche, sobald von Bulanyk her ein grösserer Fluss einmündet, dessen Wasser freilich schon ausgetrocknet waren. Gleich darauf überstiegen wir den linken Höhenzug und befanden uns jenseits bei Derwischie bereits in der Ebene von Osmanie, welche dichte, das Gebirge ganz einhüllende Nebel aushauchte. Auf dem schon am Anfang der Reise zurückgelegten Wege kamen wir endlich am Morgen des 16. Juli nach Alexandrette zurück.

[1] Aller Wahrscheinlichkeit nach denselben, auf welchem das Heer des letzten Dareios das Gebirge überstiegen hat, um bei Issos dem bereits weiter nach Süden vorgerückten Alexander in den Rücken zu gelangen. K.

Ausgegeben am 18. Januar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1883.
II.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

18. Januar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. du Bois-Reymond. (i. V.)

1. Hr. Roth las: Über geröllführende Gneisse von Obermittweida im Sächsischen Erzgebirge, und über die Vorkommen der Küste Labrador.

2. Hr. Kronecker legte eine Mittheilung des Hrn. Prof. R. Lipschitz in Bonn, correspondirenden Mitgliedes der Akademie, vor: Untersuchungen über die Bestimmung von Oberflächen mit vorgeschriebenen, die Krümmungsverhältnisse betreffenden Eigenschaften als Fortsetzung der Mittheilung vom 14. December v. J. (s. die vorjährigen Berichte S. 1077).

Beide Mittheilungen werden in den Sitzungsberichten erscheinen.

Ausgegeben am 25. Januar.

1883.

III.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

18. Januar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

1. Hr. Vahlen las: Über die Paetus-Elegie des Propertius. Die Mittheilung folgt umstehend.

2. Hr. Mommsen machte aus den bis zum 8. Januar reichenden Briefen des für die lateinischen Inschriften das römische Africa bereisenden Dr. Johannes Schmidt Mittheilung.

Über die Paetus-Elegie des Propertius.

Von J. Vahlen.

Die Paetus-Elegie des Propertius, die siebente des dritten Buches alter Zählung, ist kein hervorragendes Stück der Sammlung, wenigstens keines, an welchem sich die Höhe der poetischen Kunst dieses Dichters ermessen liesse, aber sie ist für die elegische Dichtgattung und Propertius' Weise bezeichnend, nicht minder für die Gänge und Irrgänge philologischer Kritik. Paetus, über den uns mehr nicht bekannt ist, als die Elegie verräth, ist, ein noch ganz junger Mann, auf einer in Handelsinteressen unternommenen Seereise nach Ägypten durch Schiffbruch umgekommen. Diese Thatsache hat dem Dichter, der den jungen Paetus gekannt und ihm persönlich nahe gestanden zu haben scheint, die elegische Stimmung eingegeben, der das Gedicht entsprungen ist, das vermuthlich zugleich als Trostgedicht für die hinterlassene Mutter des Verunglückten bestimmt war. Propertius schildert nicht den Untergang, scheint mehr überhaupt als die Thatsache des Schiffbruchs nicht gewusst zu haben (vgl. 19 fg. u. 53), und was darüber hinausgeht, ist als poetische Erfindung zu betrachten. Ihn bewegen vielmehr Gedanken und Empfindungen, wie sie das Ereigniss selbst dem Theilnehmenden ungesucht aufdrängen konnte: die Jugend und die Mutterliebe des Unglücklichen; das verruchte Geld, das die Menschen treibt, statt in friedlichem Besitz das Leben zu geniessen, wechselvollen Gefahren sich preiszugeben; das tückische Meer, das keinen, der sich ihm vertraut, ungeschädigt entlässt: das sind die wenigen Fäden, die in einander geschlungen und mit dem poetischen Schmuck der dem Mythus entlehnten Belege und Beispiele verziert. das Gewebe des Gedichtes ergeben haben. Allein, da die Dichtung nicht geradlinig nach der logischen Schnur sich entwickelt und in dem Wellenschlag der elegischen Stimmung mehr als einmal auf demselben Punkte anzukommen scheint, so hat die Kritik, darin Verderbniss witternd, dem durch die Überlieferung geschädigten Dichter zu Hülfe zu kommen und durch eine andere Abfolge der Versreihen eine bessere Ordnung der Gedanken herzustellen und der Darstellung einen un-

gehemmteren Fluss zu gewinnen sich bemüht: zuerst Scaliger, dessen Anordnung, die mit Ausnahme der Anfangsverse und des Schlussdistichons kaum ein Verspaar an seiner Stelle belässt, Eingang gewann und sich behauptete bis auf Lachmann, der die handschriftliche Versfolge, die er für untadelig erklärt, wiederherstellte, indem er, ohne Scaliger's Neuerungen zu widerlegen, nur hier und da im Einzelnen Anstösse, die zu Umstellungen geführt hatten, durch Erklärung oder Abänderung des überlieferten Wortlautes zu heben versuchte. Auch Haupt sprach im Allgemeinen gegen Scaliger's Willkür in diesem Gedicht mit Nachdruck in dem Aufsatz (Opp. 3, 35 fg.), der entgegen allzugrosser Lobpreisung Scaliger's die Schwächen seiner Kritik auf diesem Gebiete an einigen Beispielen in das Licht stellen sollte; liess sich aber dennoch durch Scaliger bestimmen, ungeachtet des von Lachmann erhobenen Einspruchs, die zwei Distichen 25—28 hinter V. 70 einzurücken, in der Meinung, mit dieser einzigen Änderung, die er für so nothwendig und für so sicher hielt, dass er sie in seine Ausgaben einführte, jedes weitere Mäkeln an dem Zusammenhange ein für allemal abgeschnitten zu haben. Nichts desto weniger hat neuester Zeit der jüngste Herausgeber des Propertius, Hr. E. Bährens, zu Scaliger zurückkehrend, einen neuen Versuch, durch zahlreiche Umänderungen der bezeugten Reihenfolge die Elegie ihrer ursprünglichen Form zurückzugeben, vorgelegt in seinen Miscellanea critica (Groningen 1878 S. 99 ffg.), und scheint diese Neugestaltung des Textes, obwohl er sie in seine kritische Bearbeitung des Dichters nicht aufgenommen hat, für sicher und wohlbegründet zu halten. Es ist nicht zu leugnen, dass der Neubau in beiden Gestalten, so sehr dieselben im Einzelnen von einander abweichen, im Ganzen angesehen, ein leidlich lesbares Gedicht ergiebt; und dass es nur möglich war, aus demselben Material so Verschiedenartiges neu zu componieren, findet seine Erklärung in der Natur des elegischen Gedichtes, das nicht in periodologischen Schlangenwindungen, sondern aus dem Distichon als kleinstem Theilganzen durch Verdoppelung, Verdrei- und Vervierfachung in über einander geschichteten Gruppen mässigen Umfangs und von einer gewissen Selbstständigkeit sich aufbaut. Aber gerade weil dieser Fugenbau eine Umlegung der Schichten leichter und häufiger zu gestatten scheint, ist um so schärfer zuzusehen, ob wir Recht und Grund aus der Überlieferung ziehen, ihr eine andere Form aufzuprägen, und ob, was kritischem Ermessen gefällt, dem Bezeugten wirklich überlegen ist und nicht vielleicht, was hier Gewinn scheint, an anderer Stelle Nachtheil schafft. Vergleicht man Scaliger und Bährens, so ist unschwer zu erkennen, dass letzterer seinen Vormann in Einigem übertroffen hat, während er ihm in Anderem nachzustehen scheint. So

hat Bährens die Verse 43—66, die in bequemem Zusammenhang fliessen, als ein ungetheiltes Ganzes von ihrem Platze weg hinter V. 10 eingereiht, aber damit zugleich erreicht, dass das Distichon V. 43 fg. *Quodsi . . verba duxisset pondus habere mea*, welches seine Beziehung hatte an den Ausführungen in den Versen 33—36 *Ancora te teneat, quem non tenuere penates? . . ventorum est quodcumque paras*, da es diesen jetzt voraufgeht, im Gedichte selbst eine Unterlage nicht mehr hat. Diesen Fehler hatte Scaliger vermieden, der nur die Verse 55—66 hinter V. 8 gestellt, die Verse 43—54 aber, unter sich noch wieder zertheilt, wenigstens an einem späteren Platz als die Verse 33—36 untergebracht hat. Das Motiv aber, welches die Verse 55—66 (sie allein oder was damit im Zusammenhange stand) näher an den Anfang des Gedichtes zu rücken veranlasst hat, ist bei beiden Kritikern dasselbe und scheint der erste Anstoss zu grösseren Umwälzungen gewesen zu sein, die Erwägung nämlich, dass, weil es in den Versen 17. 18 heisst: *Paete, quid aetatem numeras? quid cara natanti Mater in ore tibi est?*, in den Versen 55—66 aber eine entsprechende Klage dem Paetus selbst in den Mund gelegt ist, es unerlässlich sei, dass die Klage selbst der Frage des Dichters, 'Paetus, was klagst du?' müsse voraufgegangen sein. Nur hält Scaliger das Motiv strenger fest, indem er an die Klage, die mit V. 66 schliesst, die Verse 17. 18 unmittelbar anreiht, die bei Bährens weit davon entfernt in anderem Zusammenhange folgen. Ob die Erwägung begründet gewesen und ob nicht vielmehr aus der Entfernung der Klage von ihrem Platz am Ende des Gedichtes (vor V. 67) Nachtheile erwachsen seien, wird später zu betrachten sein: hier versuche ich nur das Verfahren selbst und die bewegenden Gründe desselben an einigen Fällen aufzuweisen. Gleiches Motiv bei beiden Kritikern ist bestimmend gewesen auch in Folgendem. Da Propertius den Boreas (V. 13), den Neptun (V. 15) schilt, dass sie an dem Jüngling sich vergriffen, und weit ab davon (V. 67 ff.) die Nereiden anklagt, dass sie den Versinkenden nicht gehalten, und ferner, da der ertrunkene Argynnus, Agamemnon's Liebling (V. 22), und an anderer Stelle das Scheitern der Griechenflotte an den Kapharischen Felsen (V. 39. 40) und Odysseus, der auf dem Meere seine Gefährten, einen nach dem andern, verlor (V. 41. 42), die Tücke des Wassers und die Gefahren der Meerfahrt beleuchten, so hat man der Gleichartigkeit zu Liebe, was die Überlieferung getrennt darbot, beide Male auf einem Punkte vereinigt, also: Boreas, Neptun, Nereiden, und andrerseits: Argynnus, Kapharische Felsen, Odysseus, oder umgekehrt: Kapharische Felsen, Odysseus, Argynnus. In diesem Verfahren erkennt man leicht die Wirkung des logischen Triebes, dem es Befriedigung gewährt, wenn, was verwandter

Art ist oder scheint, auch soldatisch in Einer Linie aufzieht, denselben Trieb, der die erste Elegie des Tibullus schwer geschädigt und dem Haase in seiner Behandlung derselben in naiver Weise Ausdruck gegeben hat. Und so mächtig ist er, dass er auch scharfsinnige Männer blendet, die, indem sie den Blick auf das Verwandte geheftet halten, nicht sehen, dass doch jeder Gedanke seine besondere Färbung empfängt aus dem Zusammenhange, in den er gestellt worden. Weiter gehe ich nicht in das Einzelne; denn so sehr es von Interesse wäre, ohne Umschweif und Wiederholung ist es nicht thunlich, die beiden neu componierten Fassungen der Elegie schrittweise unter sich und mit dem Originale zu vergleichen. Mein Weg ist ein anderer: ich will, an die überlieferte Form des Gedichtes mich haltend, soweit die Betrachtung trägt, die Absichten des Dichters auszulegen und dabei zugleich zu ermessen versuchen, ob und wie dieselben durch Abänderungen geschädigt erscheinen. Ausgehen aber muss ich von dem letzten Theil des überlieferten Gedichtes. Nachdem der Dichter die Lage des Schiffbrüchigen mit wenigen Strichen gezeichnet (51—54), lässt er ihn in die rührende Klage ausbrechen: 'Götter des Ägäischen Meeres, wohin rafft ihr mich? Sehet meine Jugend an. Ach an die spitzen Klippen der Alcyonen werde ich angeheftet. Trüge mich doch die Brandung wenigstens an Italiens Küsten: wenn nur so viel von mir der Mutter zu Theil wird, sei es genug.' Dann zog ihn der Wirbel hinab. 'O ihr Meeres-Nereiden, und du vor allem, Thetis, die du Mutterliebe empfandest, ihr hättet dem Sinkenden die Arme ausbreiten sollen: das konnte euch nicht beschweren (55—70).' Es war ein zierlicher Gedanke fast idyllischer Art, die Hülfe der Nereiden anzurufen, und obwohl das Idyllische kein vorragendes Element dieses Dichters ist, so überrascht er doch mitunter auch durch Züge dieser Art, wie die Musen am Berge (3, 3, 25; vgl. 2, 30, 25) und die Amoretten unterwegs (2, 29) und besonders 1, 17, 25 *At vos aequoreae formosa Doride natae, Candida felici solvite vela choro* fgg.[1] Ähnlich hier: die Nereiden, meint Propertius, hätten dem todtmatten Paetus die Hände unterbreiten sollen, damit er nicht untergesunken wäre, wie die *Naides aequoreae* bei Ovid (Met. 14, 560) *iactatis saepe carinis Supposuere manus*, oder wie die Sappho singt, da sie den Sprung zu wagen im Begriffe ist (Heroid. 178), *aura subito: Et mea non magnum corpora pondus habent. Tu quoque, mollis Amor, pinnas suppone cadenti, Ne sim Leucadiae mortua crimen aquae.* Haben wir den Gedanken des Dichters richtig gefasst, so leuchtet auch ein, in welch enger Verbindung der Vers 65 *Subtrahit haec fantem torta vertigine fluctus* mit dem

[1] Vergleichen kann man noch 2, 32, 39. 40; 3, 10, 4.

vorwurfsvollen Anruf der Nereiden (67) *O centum aequoreae Nereo genitore puellae Vos decuit lasso supponere bracchia mento* gedacht ist, und dass eine Kritik, welche diesen Zusammenhang aufhebt, die Absichten des Dichters grausam schädigt. Sind die Verse 65—70 nicht ursprünglich in der aufgewiesenen Verbindung gedacht und geschrieben, so muss man den Zufall preisen, der sie zusammengeführt und sich darin sinniger erwiesen hat als der sinnigste Dichter. Wir aber halten als Resultat dieser Betrachtung fest, dass zwischen das Distichon (65 fg.) *Subtrahit haec fantem* — und die Anrufung der Nereiden (67 ff.) weder die Verse 17 fg. *Paete, quid aetatem numeras* u. s. w. eingezwängt, noch die Anrede an die Nereiden selbst, aus diesem Zusammenhang losgelöst, an irgend welchem anderen Platz im Gedicht untergebracht werden kann, wo sie nothwendig ihrer natürlichen und unentbehrlichen Unterlage verlustig ginge. Nun hat Haupt zwar diesen Zusammenhang, wie billig, nicht aufgehoben, aber er hat, darin Scaligern beitretend, dem auch Bährens folgt, hinter die Anklage der Nereiden als eine Fortsetzung dieser die beiden Distichen 25—28 eingesetzt und damit folgende Reihe gewonnen:

67 O centum aequoreae Nereo genitore puellae
Et tu materno tacta dolore Theti,
Vos decuit lasso supponere bracchia mento:
70 Non poterat vestras ille gravare manus.
25 Reddite corpus humo (posita est in gurgite vita):
Paetum sponte tua, vilis arena, tegas;
Et quotiens Paeti transibit nauta sepulcrum,
28 Dicat 'et audaci tu timor esse potes.'

Wir fragen nicht schon hier nach dem Grunde, der diese beiden Distichen aus ihrer bezeugten Umgebung herauszuheben veranlasst hat, sondern prüfen das Ergebniss an sich. Gegen Scaliger's Anordnung hatte Lachmann eingewendet: *sed post haec tam magnifica* (er meint die Apostrophe an Thetis und die Nereiden) *quam debile, quam ineptum illud est, 'Nunc corpus extincti ex mari in terram deferte!'* Mit Recht, wie mich bedünkt, nur dass Propertius' Worte *Reddite corpus humo* nicht einmal so bequem zur Anknüpfung geformt sind, wie Lachmann's Paraphrase sie wiedergiebt. Doch was wichtiger scheint, Propertius, das Bild der Nereiden vor Augen, hätte, nachdem sie die Rettung des Paetus versäumt, ihre Bemühung wenigstens für die Bestattung des Leichnams in Anspruch nehmen können, wie die Hesperischen Nymphen den Phaethon bestatten (*Naides Hesperiae trifida fumantia flamma Corpora dant tumulo: signant quoque carmine saxum* Ovid Met. 2, 325), oder wie den Narcissus (Met. 3, 505) *planxere sorores Naides et sectos fratri posuere capillos, Planxerunt Dryades* u. s. w. Oder auch er hätte ihnen

den Auftrag geben können, den Leichnam an die Gestade Italiens zu geleiten, damit der Verunglückte, seinem Wunsche gemäss, in heimathlicher Erde ein Grab fände, etwa wie die Meernymphe Panope mit ihren hundert Schwestern die am Korinthischen Isthmus mit ihrem Sohn ins Meer gesprungene Ino auffängt und beide lebend an die Tibermündung geleitet, Fasti 6, 499: *excipit inlaesos Panope centumque sorores, et placido lapsu per sua regna ferunt;* oder wie bei Lucian (1, S. 89 Bekk.) Poseidon die Nereiden den Leichnam der ertrunkenen Helle nach Troas zu bringen heisst, damit er dort bestattet würde (τὸν δὲ νεκρὸν ὑμεῖς ὦ Νηρῇδες παραλαβοῦσαι τῇ Τρῳάδι προσενέγκατε, ὡς ταφείη ὑπὸ τῶν ἐπιχωρίων u. d. folg.). Kurz in mannigfaltigen Formen hätte ein sinnreicher Dichter die Theilnahme der einmal angerufenen Nereiden verwenden können: aber nichts von alle dem bei Propertius, sondern, nachdem er die Meeresnymphen mit *Reddite corpus humo* angeherrscht, wendet er sich an den elenden Staub, dass er von selbst den Leichnam bedecken möge: *Paetum sponte tua, vilis arena, tegas.* Das scheint mir Beweises genug, dass die Worte *Reddite corpus humo* nicht können als Anrede der Nereiden gedacht sein, und dass also die Verse 25—28, wie sie nicht hier überliefert sind, so auch dem hiesigen Zusammenhang sich nicht anpassen lassen. Überdies hat Haupt in V. 25 die Lesung der Wolfenbütteler Handschrift *posita est in gurgite vita* in den Text gesetzt, mit Recht, wie sich zeigen wird; aber schwerlich würde er oder irgend Jemand einen triftigen Grund für den Zusatz an dieser Stelle anzugeben wissen oder welchem Zwecke derselbe hier zu dienen bestimmt sei.

Aus der bisherigen Betrachtung hat sich uns ergeben, dass die Verse 55—70 in festgefügtem Zusammenhang stehen, der nicht durch Einschiebungen gelockert und dem kein Distichon entzogen werden darf, und ferner dass die Schlussapostrophe an die Nereiden mit V. 70 schliesst und keinen weiteren Zusatz verträgt. Ich unterlasse es, die sich von selbst darbietenden Schlussfolgerungen aus diesem Ergebniss zu ziehen, sondern wende mich nun vom Ende zurück an den Anfang des Gedichtes. Der Dichter, von dem Ereigniss bewegt, das ihm diesen elegischen Erguss eingegeben, bricht wie aus stiller Betrachtung des Geschehenen aus in die Klage über das schnöde Geld. 'Also du schaffest den Menschen sorgenbekümmertes Leben und unzeitigen Tod: denn indem er auf dich ausging, hat den Paetus in früher Jugend das Meer verschlungen, und die Mutter kann seine Leiche nicht unter den verwandten Gräbern bestatten, sondern sein Grabmal ist das Carpathische Meer.'

Ergo sollicitae tu causa, pecunia, vitae,
Per te inmaturum mortis adimus iter.

Tu vitiis hominum crudelia pabula praebes,
  Semina curarum de capite orta tuo.[1]
Tu Paetum ad Pharios tendentem lintea portus
  Obruis insano terque quaterque mari.
Nam dum te sequitur, primo miser excidit aevo,
  Et nova longinquis piscibus esca natat:
Et mater non iusta piae dare debita terrae,
  Nec pote cognatos inter humare rogos,
Sed tua nunc volucres astant super ossa marinae,
  Nunc tibi pro tumulo Carpathium omne mare est.

Diese sechs Distichen enthalten in wohlabgemessener Form den Grundgedanken der Elegie, welcher variiert und erweitert durch das ganze Gedicht sich hinzieht. Aber schon hier haben die Kritiker sich veranlasst gesehen, das letzte Distichon 11. 12 *Sed tua nunc* —, das doch von dem vorletzten (V. 9. 10) nicht loszutrennen ist, oder (wie Scaliger) das letzte und vorletzte (9—12) von diesem Zusammenhang abzureissen und an anderer Stelle in dem Gedichte unterzubringen. Aber wenn Scaliger die beiden Distichen hinter die Verse 17—20 stellt, so leuchtet bei näherer Prüfung bald ein, dass sie dort ohne jeglichen Anschluss stehen, ebenso bei Bährens das letzte in der von ihm hergestellten Reihenfolge 17. 18. 11. 12, in welcher insbesondere *Sed* V. 11, das an seiner Stelle nützlich stand, beziehungslos geworden ist. Was die Kritiker bewogen hat, ist leicht ersichtlich: sie fanden es unerträglich, dass der Dichter, anhebend mit einer durch vier Distichen durchgeführten Apostrophe an die *Pecunia*, dann ohne vermittelnde Anrede V. 11. 12 mit *Sed tua* —, *Nunc tibi* — an Paetus sich wendet, und diesem Anstoss zu entgehen, sahen sie sich nach einer namentlichen Anrede des letztern um, an welche die hiesige sich anschliessen könnte: d. h. sie zersprengten einem äusseren Indicium zu Liebe eine Gedankenkette, in welcher ein Glied zum anderen in ungezwungener Folge sich fügt: (V. 7) 'während er dir, Geld, nachgeht, sank der Arme in der ersten Jugendblüthe dahin, und schwimmt

[1] In den beiden ersten Distichen hat C. Brandt Quaest. Prop. S. 46 die Pentameter umgestellt:

Ergo sollicitae tu causa, pecunia, vitae es:
  Semina curarum de capite orta tuo.
Tu vitiis hominum crudelia pabula praebes:
  Per te inmaturum mortis adimus iter.

Ich trage Bedenken, diese Verbesserung für ebenso sicher zu halten, wie sie gewiss sinnreich ist. Es kommt hier wie öfter bei Propertius darauf an, auf welches Wort man Ton und Nachdruck legt. Brandt wollte *sollicita vita* und *curarum semina* und andererseits *crudelia pabula* und *immatura mors* als Paare verbunden wissen. Aber auch *sollicita vita* und *immatura mors*, und hinwieder *pabula vitiis* und *curarum semina* ergeben nicht unpassende Begriffsparallelen.

fernen Fischen eine neue Nahrung, und die Mutter kann nicht der frommen Erde die schuldige Gebühr darbringen, und nicht *ihn* unter verwandten Scheiterhaufen begraben, sondern über *deinen* Gebeinen stehen jetzt Meervögel und *dein* Grabmal ist nun das ganze Carpathische Meer'. Wer diesen Zusammenhang mit freiem Blick betrachtet und dem Gedanken des Dichters, auf den doch alles ankommt, sich hingiebt, wird durch die stilistische Freiheit der wechselnden Anrede sich nicht beunruhigen oder zur Abänderung drängen lassen, zumal der Wechsel keine Spur von Unklarheit zurücklässt, da die zwischeneingetretene Nennung der Mutter den Gedanken des Lesers von der anfänglich angeredeten *Pecunia* bereits abgelenkt hat. So müsste man meines Erachtens urtheilen, auch wenn dies ein einziges Beispiel solcher Kühnheit wäre. Aber wie unbekümmert Propertius in diesem Punkte war und wie leicht er von der dritten Person zur zweiten umsprang, hat Lachmann zu 4, 12 S. 285 an zahlreichen Beispielen gezeigt, aus denen eines dem unsrigen besonders nahe verwandtes angeführt sei, 2, 9, 9 fg.

Nec non exanimem amplectens Briseis Achillem
10 Candida vesana verberat ora manu
13 Foedavitque comas, et tanti corpus Achilli
Maximaque in parva sustulit ossa manu,
11 Et dominum lavit maerens captiva cruentum,
Adpositum flavis in Simoenta vadis,
15 Cum *tibi* nec Peleus aderat nec caerula mater,
Scyria nec viduo Deidamia toro.

Und dass die Dichter überhaupt hierin auf entgegenkommendes Verständniss des Lesers rechnen, kann unter anderen auch Tibullus zeigen 1, 7, 53

Sic venias hodierne: *tibi* dem turis honores,
Liba et Mopsopio dulcia mella feram.
At *tibi* succrescat proles, quae facta parentis
Augeat et circa stet veneranda senem,

worin *At tibi*, ohne namentliche Anrede, auf eine andere Person geht, als das zwei Zeilen vorher stehende *tibi*.

Nachdem das Unglück, Anlass und Folgen desselben, in den sechs Distichen des Eingangs bezeichnet sind, hebt V. 13 der Dichter von Neuem an mit der Klage, dass die Götter über den Jüngling, den unschuldigen, so grausames Geschick verhängt haben:

Infelix Aquilo, raptae timor Orithyiae,
Quae spolia ex illo tanta fuere tibi,
15 Aut quidnam fracta gaudes, Neptune, carina?
Portabat sanctos alveus ille viros.

Paete, quid aetatem numeras? quid cara natanti
Mater in ore tibi est? non habet unda deos.
Nam tibi nocturnis ad saxa ligata procellis
Omnia detrito vincula fune cadunt.
Sunt Agamemnonias testantia litora curas,
Qua notat Argynni poena minantis aquae.
Hoc iuvene amisso classem non solvit Atrides,
Pro qua mactata est Iphigenia mora.
Reddite corpus humo: posita est in gurgite vita:
Paetum sponte tua, vilis arena, tegas:
Et quotiens Paeti transibit nauta sepulcrum,
Dicat 'et audaci tu timor esse potes.'

Niemand, der nicht schon von vorgefasster Meinung geblendet ist, wird sagen können, dass die Apostrophe an Boreas und Neptun nicht in zweckmässiger Gedankenfolge an die Eingangsverse sich anschlössen. Denn nachdem des Paetus Untergang bezeichnet ist, was angemessener, als die vorwurfsvolle Frage an die Götter, 'warum habt ihr das gethan?' Aber diese Frage und dieser Vorwurf setzt den ganzen Inhalt der sechs Eingangsdistichen voraus, und wenig ist erreicht, wenn Scaliger sie mit den beiden letzt vorangegangenen, 9 und 11, an anderer Stelle des Gedichtes, in Verbindung belässt. Doch bei diesen als ein Ganzes herausgestellten acht Distichen thut es vor allem Noth, Zusammenhang und Gedankenfortschritt in ihnen selbst aufzuweisen: denn kein anderer Theil des Gedichtes hat so viele und so schwere Anstösse erregt, wie dieser, und sind die Stücke desselben von der Kritik wie Spreu vom Winde zerstoben, so dass man bei Scaliger und Bährens die *disiecti membra poetae* mühsam aus allen Enden des Gedichtes zusammenlesen muss. Gelingt es hier nachzuweisen, wie ein Gedanke aus dem andern wächst und alle sich zu Einer poetischen Absicht vereinigen, so dürfen wir hoffen, das Gedicht in Sicherheit gebracht zu haben.

'Unseliger Boreas, der du die Orithyia geraubt, was für Spolien hast du von dem gewonnen, der dir nichts geben konnte? Oder du, Neptun, welche Freude für dich, dass das Schiff zertrümmert liegt, das unschuldige Männer trug?' Kraftvoll und schön, und beides aus Einem Gedanken: Wind und Wellen haben den Paetus ins Verderben gezogen, der es nicht verdiente. Und werfen wir den Blick zurück auf die Anrufung der Nereiden am Schluss: wie konnte man nur glauben, dass diese mit Boreas und Neptun in Eine Reihe gehörten? Boreas und Neptun haben sich verbunden, den Unschuldigen zu vernichten: die Nereiden hätten den Sinkenden halten sollen. Jedes an seinem Platze sinnig und wirksam: in Eins verbunden, schwächt und

verdirbt eines das andere. Aber aus der Bezeichnung *sanctos viros* (V. 16), die in ihrer Verallgemeinerung[1] dem Paetus gilt, erwächst dem Dichter ein neuer aber verwandter Gedanke. 'Paetus, was zählst du deine Jahre, was rufst du, von den Wellen geschaukelt, die theure Mutter an: die Welle hat keine Götter', die der Jugend schonten und den Frommen erhörten. 'Denn nächtlicher Orkan hat die an den Stein gebundenen Taue zerrissen.'[2] Der letzte Satz enthält genau den Grund für die Behauptung *non habet unda deos* (18): denn es wäre nicht geschehen. Und Lachmann, der diesen Zusammenhang richtig verstand, schädigte ihn doch dadurch, dass er *Nam* (19), die dem Propertius so sehr beliebte Partikel, als zu prosaisch, durch *Iam* ersetzte, das nicht am Platze war, hier so wenig, wie 2, 26, welche Stelle Lachmann zum Schutz der Änderung anrief:

Sed non Neptunus tanto crudelis amori,
  Neptunus fratri par in amore Iovi.
Testis Amymone, latices cum ferret, in Argis
  Conpressa, et Lernae pulsa tridente palus.
Nam deus amplexu votum persolvit: at illi
  Aurea divinas urna profudit aquas.

(Vgl. Monatsbericht 1881 S. 356 fg.) Die Gedankenverbindung aber, welche dieses Distichenpaar *Paete quid aetatem* — (V. 17—20) mit dem nächstvorangegangenen vom Boreas und Neptun (13—16) verknüpft, empfindet man leicht: 'Jugend und Unschuld den herzlosen Gewalten preisgegeben' ist der beiden Paaren gemeinsame Sinn; und für die letzteren zwei Distichen, 17—20, werden sich noch weiterhin Gründe ergeben, welche zeigen, wie fest sie in dem hiesigen Zusammenhang sitzen, aus dem sie ohne empfindlichen Schaden nicht gelöst werden können. Nun treffen, wie früher (S. 71) bemerkt, die Worte *Paete, quid aetatem numeras, quid cara natanti Mater in ore tibi est* (V. 17 fg.) in Hauptpunkten zusammen mit den klagenden Worten, in welche gegen Ende des Gedichts (57 ff.) Paetus selbst ausbricht: man vergleiche besonders V. 59 fg. *quo rapitis miseros primae lanuginis*

---

[1] *Sanctos viros* vom Paetus, wie 4, 9, 34 Hercules von sich sagt: *vos precor, o luci sacro quae luditis antro, Pandite defessis hospita fana viris;* oder Virgil Aen. 7, 98 im Orakel von Aeneas *Ne pete conubis natam sociare Latinis . . Externi veniunt generi;* 270 *generos externis adfore ab oris;* 359 *exulibusne datur ducenda Lavinia Teucris;* aber anders 256 . 272 . 317 . 367. Ebenso 8, 503 *Externos optate duces* in einer Vorherverkündigung vom Aeneas.

[2] Ich bekenne, dass mir diese beiden Verse *Nam tibi nocturnis ad saxa ligata procellis Omnia detrito vincula fune cadunt* nicht hinreichend klar sind: ist es nur ein speciell gefärbter Ausdruck für das allgemeine Seeunglück, das den Paetus betroffen, oder wird eine Vorkehrung bezeichnet, die getroffen, dem Sturm Trotz zu bieten, sich wirkungslos erwiesen? Der Dienst, den das Verspaar im Zusammenhang thut, ist derselbe und bleibt ganz unberührt.

annos, und V. 64 *hoc de me sat erit si modo matris erit.* Dürfen wir daraus schliessen, dass diese Klage des Paetus jenen Worten des Dichters voraufgegangen sei, wie Scaliger und Bährens wollten? Ich will nicht wiederholen, was ich zu zeigen versuchte (S. 72), dass nach Paetus' klagender Rede kein Raum ist für die Frage des Dichters und der geschlossene Zusammenhang der Verse 55—70 keinen Einschub verträgt, und dass auch die Klage selbst nicht ohne Nachtheil von ihrer Stelle am Schluss des Gedichtes entfernt werden kann; aber über einer gewissen äusseren Verwandtschaft wollen wir die innere Verschiedenheit nicht übersehen, die zwischen der Frage *Paete, quid aetatem numeras* (17) und der Klage des Paetus (57 ff.) besteht. Die Klage gegen Ende des Gedichtes ist ausgeführter und trägt ihren Zweck in sich: es konnte kein schönerer Schluss des Ganzen erfunden werden, als den unglücklichen Jüngling kurz vor dem letzten Athemzuge in die Erbarmen erflehenden Worte und den Wunsch, wenigstens an die Gestade seiner Heimath getrieben zu werden, ausbrechen und dann sinken zu lassen und mit dem Vorwurf an die Nereiden, dass sie den Sinkenden nicht gehalten, abzuschliessen. Diese Darstellung fordert nicht nur nicht die Frage des Dichters 'Was klagst du, dein Klagen ist vergeblich', sondern schliesst sie aus. Hingegen ist des Dichters Frage *Paete, quid aetatem numeras* an ihrer Stelle zu besonderem Zwecke gewendet, der in den Worten *non habet unda deos* (18) ausgedrückt liegt: und so wenig wir an diesem in sich geschlossenen Gedankenausdruck Anstoss nehmen dürften, wenn später eine dem Paetus in den Mund gelegte Klage nicht folgte, ebenso wenig haben wir jetzt ein Recht, diese Klage mit jenen Worten nach eigenem Ermessen in unmittelbare Verbindung und Beziehung zu setzen. Jedes an seinem Orte entspricht deutlich erkennbarer Absicht des Dichters, beides zusammengerückt, würde Plan und Absicht verderben.

In demselben Gedankenzug fährt Propertius fort (21—24)

Sunt Agamemnonias testantia litora curas,
Qua notat Argynni poena minantis aquae.
Hoc iuvene amisso classem non solvit Atrides,
Pro qua mactata est Iphigenia mora.

Die Worte sind nicht ganz heil überliefert: in dem zweiten Vers, der in den Handschriften lautet *Qua notat Argynni poena minantis aquae,* scheint ein Fehler zu stecken, aber nicht in *minantis aquae,* wofür Hertzberg eine blendende Conjectur, *Athamantiadae,* vorschlug, die bei anderen und, was zu verwundern, selbst bei Haupt Billigung und Aufnahme fand *(quae notat Argynni poena Athamantiadae)*. Aber *minantis aquae* enthält den Hauptbegriff des Gedankens, während *Athamantiadae* nichts ist als ein für den Sinn gleichgültiger Schmuck. Und schwerlich

dürfte sich mit Zuversicht behaupten lassen, dass Propertius nicht *minantis*, sondern *minacis aquae* geschrieben habe, wie Lachmann verlangte, der sich auf *minax aequor* bei Ovid (Heroid. 18 (19), 85) und *minacis Adriatici* bei Catull (4, 6) berief und vielleicht berufen konnte auf Propertius 3, 10, 6, wo zweifelhaft bleibt, ob *minas* richtiger mit Lachmann und Haupt, oder was die Wolfenbütteler Handschrift mit den meisten übrigen giebt und Bährens beibehielt, *Ponat et in sicco molliter unda minax* geschrieben werde (vgl. Hor. C. 1, 12, 31); aber bei Virgil (Georg. 3, 77), wo die Palatinische und Mediceische Handschrift zwischen *minantis* und *minacis* schwanken, haben Ribbeck und Haupt (ed. 2), wie ich denke mit Recht, die durch Seneca's Zeugniss geschützte Lesung der Palatinischen Handschrift *Primus et ire viam et fluvios temptare minantis Audet* vorgezogen. Sondern der Fehler liegt im Eingang des Verses *Qua notat*, sei es dass *litora Quae notat Argynni poena minantis aquae* zu setzen ist, so dass an *poena* ein doppelter Genitiv hängt, etwa wie *Baiarum stagna tepentis aquae* (3, 18, 2), oder was mir wahrscheinlicher ist und durch *Qua* mehr empfohlen wird, *litora*, *Qua nota et Argynni poena minantis aquae*, d. i. *qua et Argynni poena nota minantis aquae*. Doch wie man entscheidet, Sinn und Verwendung des Beispiels kann nicht zweifelhaft sein: nur muss man den auch neuerer Zeit wieder empfohlenen Gedanken Schneidewins (Philol. 1, 346 ff.) fern halten, den hier, wie öfter, seine Gelehrsamkeit und seine Vorliebe für das Geistreiche vom Wege einfachen Verständnisses abgelenkt hat. Denn unmöglich konnte Propertius den Schwerpunkt seines Gleichnisses legen in die aus Meerstürmen für Agamemnon erwachsene Nothwendigkeit seine Tochter zu opfern, zu welcher die Trauer um den umgekommenen Argynnus nur den äusseren Anlass hergegeben. Die Nennung des Argynnus ist zwecklos und den Leser beirrend, wenn nicht er als Beispiel für Paetus dienen sollte, Argynnus, der jugendliche Liebling des Agamemnon, der nach der Sage (s. die Zeugnisse bei Schneidewin a. a. O.) im Cephissus ertrank: und dieser Untergang des Jünglings, und dass er sich dem tückischen Wasser anvertraut, wird mit Recht eine *poena* genannt, wie Paetus' Unglück eine *poena* war; und beides soll für den Satz zeugen, dass die Welle keine Götter hat (V. 18), welche Jugend und Unschuld schützen und verschonen. Denn wenn es heisst (21) *Sunt Agamemnonias testantia litora curas*, so sollen (nach einem von Lachmann zu 4, 14 S. 297 beobachteten Sprachgebrauch) die Ufer, wie sie für Agamemnons Schmerz zeugen, zugleich und dadurch Zeugniss ablegen für die Gefahr des Wassers, dem Niemand ungestraft sich anvertraut. Ist nun die Verwendung des Beispiels in dem Distichon 21 . 22 beschlossen, so darf man es doch nicht tadeln wollen, dass sich noch anschliesst (23 fg.)

Hoc iuvene amisso classem non solvit Atrides, Pro qua mactata est Iphigenia mora (worin *iuvene* ebenso bedeutungsvoll ist, wie *Hoc* angemessen, das, von der Wolfenbütteler Handschrift überliefert, nicht hätte in *Hic* geändert werden sollen), und wenig überlegt war die Behauptung eines Kritikers, dass dies eine *putida eruditio ex historia petita* sei, die man dem Interpolator überlassen müsse. Denn es ist des Dichters Recht, den angeschlagenen Ton voll ausklingen zu lassen, und macht Propertius von diesem Recht auch sonst Gebrauch, wie z. B. 3, 19, 27 das Schlussdistichon über den nächsten Zweck des angeführten Beispiels hinausliegt, aber darum doch nicht unpassend sich anfügt.[1] Und an unserer Stelle erreicht Propertius überdies, dass Argynnus an Zeit und Ort gebunden wird und zugleich die grausame Tücke des Wassers, die dem Argynnus den Tod gebracht, in ihrer verhängnissvollen Schwere auch in ihren Folgewirkungen dem Leser vor Augen tritt. Doch so viel, denke ich, hat die bisherige Betrachtung herausgestellt, dass das Beispiel vom Argynnus in jedem Zuge auf den hiesigen Zusammenhang berechnet ist, und wie es sich dem mit V. 13 anhebenden Gedanken zweckmässig einordnet, so insbesondere von dem Distichenpaar 17—20 nicht losgerissen werden kann, sondern auch ihm noch zur Festigung an dieser Stelle dienlich wird.

Es erübrigt der Schluss dieses Abschnittes (25—28);

Reddite corpus humo: posita est in gurgite vita:
  Paetum sponte tua, vilis arena, tegas:
Et quotiens Paeti transibit nauta sepulcrum,
  Dicat 'et audaci tu timor esse potes.'

Wir sind an der schwierigsten Stelle des ganzen Gedichtes angelangt, die den Anstoss zu dieser Betrachtung gegeben hat. Alles übrige erachte ich für vergeblich, wenn es nicht gelingt, diesen Versen ihre ursprüngliche Schreibung und die hiesige Stelle zu sichern. Es ist nicht zu verwundern, dass die Kritiker anstiessen. Denn an wen sind die Worte *Reddite corpus humo* gerichtet? Die mangelnde Anrede war der Grund, dass Scaliger und die ihm folgten die Verse 25—28 der Apostrophierung der Nereiden (hinter V. 70) anschlossen, wo sie, wie

---

[1] Die unbezwingliche libido der Frauen zu zeichnen, reiht sich anderen Beispielen als letztes die Scylla an:

21 Tuque o Minoa venundata, Scylla, figura,
  Tondens purpurea regna paterna coma.
Hanc igitur dotem virgo desponderat hosti!
  Nise, tuas portas fraude reclusit Amor.
25 At vos, innuptae, felicius urite taedas:
  Pendet Cretaea tracta puella rate.
Non tamen immerito Minos sedet arbiter Orci:
  Victor erat quamvis, aequus in hoste fuit.

wir sahen (S. 73 fg.), ihren Platz nicht haben können. Hertzberg meinte, mit *Reddite* würden über das Zwischenliegende hinweg die in Vers 18 *(non habet unda deos)* bezeichneten *dei undarum* angeredet: was seltsam ist und nur für die Verlegenheit des Interpreten zeugen kann. Überlegter war C. Brandt's Versuch (Quaest. Prop. S. 47), um Boreas und Neptun als die Angeredeten zu gewinnen, die Verse 25—28 hinter V. 16 einzuschalten: unstreitig besser als Hertzberg's Erklärung, oder Scaliger's Umstellung hinter V. 70. Aber, was wir dem Aufruf *reddite corpus humo* vielleicht einräumen könnten, für die vier Verse 25—28 scheint an jener Stelle kein Raum, wenn anders unsere bisherige Auslegung Stich hält; und, genau betrachtet, dürften auch Boreas und Neptun, die im Sturm das Meer aufgewühlt und den Unglücklichen in's Verderben gezogen haben, die geeigneten Mächte nicht sein, von denen der Dichter begehre, dass sie den Leichnam der Erde zurückgeben: sie so wenig wie die Nereiden, die er schilt, dass sie dem Sinkenden nicht die Arme untergebreitet haben. Lachmann, die Verse an ihrer Stelle belassend, suchte ihnen selbst die wie er meinte unentbehrliche Anrede abzugewinnen, indem er schrieb *Reddite corpus humo positumque in gurgite, venti, Paetum; sponte tua, vilis arena, tegas:* nicht glücklich, an sich (denn gar ungefällig schleppt hinter dem knapp abgemessenen *Reddite corpus humo* das nichtssagende *positumque in gurgite Paetum* nach), und in Rücksicht auf die Überlieferung; denn wenn die Mehrzahl der Handschriften *positaque in gurgite vita*, die Wolfenbütteler allein *posita est in gurgite vita* schreibt, so trage ich kein Bedenken, diese Stelle zu denjenigen zu rechnen, an welchen letztere Handschrift allein die echte Überlieferung gewahrt hat: die beabsichtigte Prägnanz des Gegensatzes *reddite corpus humo: posita est in gurgite vita*, die *est* zur Erscheinung bringt, empfiehlt die Fassung und macht sie des Propertius durchaus würdig; und hier ist auch der Grund der Abänderung in den übrigen Handschriften ersichtlich genug. An dieser Überlieferung aber gemessen verliert Lachmann's Conjectur auch den geringen Grad äusserer Wahrscheinlichkeit, den sie im Hinblick auf die Schreibung der übrigen Bücher vielleicht beanspruchen konnte. Fragen wir, da dem Imperativ eine Anrede nicht beigefügt ist, an wen die Worte *Reddite c. h.* gerichtet sein könnten, so kann die Antwort kaum zweifelhaft sein: an die Wellen des Meeres. Denn *reddere humo* konnte zwar nach dem Wortlaut auch vom Bestatten gesagt sein, aber hier, wo zugleich die *arena* bemüht wird, die Leiche von selbst zu bedecken, kann der Ausdruck nur vom Heranspülen an's Land verstanden werden, was Sache der Wellen ist. Πόντου νιν ἐξήνεγκε πελάγιος κλύδων sagt in Euripides Hecuba (701) die Dienerin, die Leiche des Polydorus bringend, zur Hecuba (vgl.

V. 28; Ovid Met. 13, 535 *aspicit eiectum Polydori in litore corpus)*. Von Ikarus erzählt Pausanias 9, 11, 5 ἀποπνιγέντα δὲ ἐξήνεγκεν ὁ κλύδων ἐς τὴν ὑπὲρ Σάμου νῆσον ἔτι οὖσαν ἀνώνυμον· ἐπιτυχὼν δὲ Ἡρακλῆς γνωρίζει τὸν νεκρὸν καὶ ἔθαψεν ἔνθα καὶ νῦν ἔτι αὐτῷ χῶμα οὐ μέγα ἐπὶ ἄκρας ἐστὶν ἀνεχούσης ἐς τὸ Αἰγαῖον. Den Leichnam des im Schiffbruch umgekommenen Ceyx (Ovid Met. 11) spülen, wohin er gewünscht (564 *illius ante oculos ut agant sua corpora fluctus Optat*), die Fluthen an das Land (717; 721 *fluctibus actum fit propius corpus*). Phyllis (Heroid. 2, 135) schreibt an Demophoon '*hinc mihi suppositas inmittere corpus in undas Mens fuit — Ad tua me fluctus proiectam litora portent Occurramque oculis intumulata tuis*. Virgil (Georg. 3, 541 f.) *genus omne natantum Litore in extremo ceu naufraga corpora fluctus Proluit*. Bei dem Schiffbruch, den Petronius c. 114 ff. erzählt, *iunctos nos mare feret, vel si voluerit misericors ad idem litus expellere, aut praeteriens aliquis tralaticia humanitate lapidabit aut quod ultimum est iratis etiam fluctibus imprudens harena componet;* und c. 115 *repente video corpus humanum circumactum levi vertice ad litus deferri*. Kurz, wie es in der Natur der Sache liegt, nichts gewöhnlicher, wo von Schiffbruch oder ähnlichem Unglück die Rede ist, als die Vorstellung, dass die Wellen und Fluthen den Leichnam an das Ufer schwemmen, und keine andere Vorstellung hat Propertius selbst, wenn er V. 63 den Paetus bitten lässt *saltem Italiae regionibus advehat aestus*, und keine andere hier, wenn er dem *Reddite corpus humo* die Bitte an den elenden Sand hinzufügt, den Leichnam von selbst zu decken. Und schon diese Erwägung sollte davon abhalten, durch Umstellung oder Abänderung dem Imperativ *Reddite* eine andere Beziehung nach eigenem Ermessen aufzunöthigen. Aber, wird man einwenden, konnte *Reddite corpus humo*, ohne dass *fluctus, undae* angeredet oder bezeichnet sind, in diesem Sinne verstanden werden? Auf kühnere Freiheiten der Rede darf man bei Propertius gefasst sein, und ein Regulativ für das glaubliche und erträgliche Maass derselben ist nur darin gegeben, dass man sich des Gedankens versichert, den der Dichter habe ausdrücken wollen. Eine Kühnheit war es auch, was uns V. 11 begegnete in dem plötzlichen durch keine Anrede vermittelten Wechsel der Apostrophe, die wir, von der Forderung des Gedankens geleitet, dennoch glaublich gefunden haben würden, auch wenn sie nicht in der Analogie verwandter Erscheinungen eine Unterstützung gehabt hätte. Was aber die Imperative anlangt, so haben lateinische Dichter sie öfters ohne beigefügte Anrede gesetzt, wo aus ihnen selbst oder ihrer Umgebung die Beziehung sich ergab. So bei Horatius C. 3, 26, 6 *hic, hic ponite lucida Funalia*, das Niemand missversteht oder bezweifelt, obwohl im ganzen Gedicht Niemand genannt ist, an den dieses *ponite* sich wenden könnte. Oder bei Tibull 2, 3, 79 *Ducite: ad imperium*

dominae sulcabimus agros. Cassandra der Oenone weissagend (bei Ovid Heroid. 5, 119)

'Quid facis, Oenone? quid harenae semina mandas?
Non profecturis litora bubus aras.
Graia iuvenca venit, quae te patriamque domumque
Perdat. io prohibe. Graia iuvenca venit.
Dum licet, obscenam ponto *demergite* puppim.
Heu quantum Phrygii sanguinis illa vehit.'

Oder Dido (Heroid. 7, 69)

'Quid tanti est? totum merui: concedite' dicas,
Quaeque cadent, in te fulmina missa putes.

Denn *concedite* in dieser viel missverstandenen und übel behandelten Stelle ist 'machet Platz, gebet Raum', an die Umgebung des Aeneas gerichtet, die durch nichts bezeichnet ist. Met. 5, 248 *dabimus tibi pignora veri. Parcite luminibus;* was nach Analogie von V. 180 *vultus avertite vestros Si quis amicus adest* zu deuten ist, und ähnliches sonst in den Metamorphosen. Auch Propertius 4, 6, 5 *Costum molle date* u. s. w. bei Darbringung des Opfers; und viel anderes, das der Leser, der Meinung des Dichters folgend, kaum bemerkt.[1] Wenn Ovid schreibt Am. 3, 9, 35

Cum rapiunt mala fata bonos (ignoscite fasso)
Sollicitor nullos esse putare deos,

so wendet *ignoscite* sich an die *dei*, deren Bezeichnung der folgende Vers in anders geformter Rede bringt, und wir zweifeln um so weniger, wen *ignoscite* meine.[2] Doch das Angeführte und was sich sonst ähnliches beibringen lässt, eine Dublette unseres Ausdrucks enthält es nicht, und keinen Werth wird den Belegen beimessen, wer in der Dichterkritik der verbreiteten Meinung ist, dass, was nicht zweimal nachweisbar sei, auch nicht einmal Glauben verdiene. Meines Erachtens aber hat der Dichtererklärer seine Schuldigkeit gethan, wenn er von einer Kühnheit der Rede, deren Annahme der Gedankenausdruck erheischt, durch Analogieen darthut, dass sie aus dem Bereich des Möglichen nicht heraustritt. Und hier kommt unterstützend noch folgende Erwägung hinzu. Die Worte *Reddite corpus*

---

[1] In V. 29 unseres Gedichtes, *Ite, rates curvas et leti texite causas,* ist geformt wie Petron c. 115 *Ite nunc, mortales, et magnis cogitationibus pectora implete.*

[2] Einigermassen vergleichbar, Met. 7, 167 *si tamen hoc possunt (quid enim non carmina possunt?) deme meis annis,* wo das Subject zu *possunt* aus der Parenthese zu entnehmen ist, oder Properz 2, 24, 35 *Tu mea compones et dices 'ossa, Properti, Haec tua sunt';* oder 2, 26, 25 *Nam mea cum recitat, dicit se odisse beatos: Carmina tam sancte nulla puella colit.* Ovid Am. 3, 6, 73 *O utinam mea lecta forent patrioque sepulchro Condita, cum poterant virginis ossa legi;* ebend. 3, 3, 9. Kühn und frei sind diese Wendungen alle, aber für das Verständniss ist immer gesorgt.

humo sind zwar so geformt, dass sie, streng gefasst, von selbst auf die Fluthen des Meeres als die angeredeten führen; allein der Dichter hilft nach: *posita est in gurgite vita* fügt er hinzu, Worte, die zu jenen in doppeltem Gegensatz stehen: *humo-gurgite; corpus-vita;* und Haupt, dem das Verdienst gebührt, jene Lesart der Wolfenbütteler Handschrift zuerst dem Text des Propertius angeeignet zu haben, that doch wohl nicht Recht daran, den Satz in Parenthese zu stecken, wodurch sein Gewicht unnöthig abgeschwächt wird. Auf welche Seite des Gegensatzes aber der Nachdruck gelegt ist, kann nicht zweifelhaft sein. Properz hätte schwerlich gesagt 'Gebet den Leichnam der Erde zurück: Paetus' Leben ist dahin', wohl aber 'Paetus Leben ist in den Wellen begraben: drum, ihr Wellen, gebet der Erde zurück, was ihr könnt, den Leib.' Wohin man sonst im Gedichte die Verse stellen mag, immer wird dieses Sätzchen, das doch keine Abänderung verträgt, zwecklos erscheinen, wie es uns zwecklos erschien, wenn die Verse mit Scaliger und Haupt der Nereidenanrede angeschlossen werden. Hier allein thut es seinen Dienst, und enthält den Wink des Dichters, der den Leser sicher leitet, *reddite c. h.* in der beabsichtigten Beziehung zu fassen; und diese Erkenntniss wird allein der Wolfenbütteler Handschrift verdankt, ohne deren Lesung *est* Niemand mehr des Dichters Hand und Sinn wieder zu erkennen vermocht haben würde. Doch wenn das Distichon 25 . 26 unversehrt ist und nirgendwo sonst im Gedicht untergebracht werden kann, so fragen wir noch, wie fügt es sich hier mit dem bezeichneten Sinn in den Zusammenhang. Denn auf den ersten Blick scheint keine Gedankenverbindung zwischen diesem Distichon und den nächstvorangegangenen Versen zu bestehen, und hat dieser Umstand begreiflicher Weise den Anstoss an *Reddite* noch verschärft. Dennoch meine ich in natürlichem Gedankenfortschritt hier eines aus dem andern sich entwickeln zu sehen. Propertius hat zum Beweise, dass die Welle keine Götter hat (18) an Argynnus' Tod in den Fluthen erinnert, den ein Mal an dem Unglücksufer bezeichnet (21). Auch Paetus' Grab soll ein Wahrzeichen werden für den Schiffer, dass er daran erkenne, welchen Fahrnissen er entgegengeht. Aber Paetus schwimmt in den Wogen (8 . 11 . 12). 'Gebet, Fluthen, den Leichnam der Erde zurück und du, Staub, decke den Paetus von selbst, auf dass[1] der Schiffer, wenn er an Paetus' Grab vorbeikommt, es sehe und sich sage 'sein Schicksal kann auch einem Unverzagten Furcht einflössen' (25—28). Und dann weiter, durch die Erinnerung an die Schiffer vermittelt, 'So

[1] Ich meine damit nicht *Ut* zu empfehlen: der Zusammenhang bleibt derselbe, auch wenn *et* steht, das überliefert ist.

gehet nur hin und bauet Schiffe d. h. bauet Werkzeuge des Todes: *ite, rates curvas et leti texite causas* (29). So sitzen, meine ich, jene vier Verse, 25—28, nach beiden Seiten fest in ihrer Umgebung, und ich betrachte dies als den letzten Prüfstein der vorgetragenen Ansicht über *Reddite c. h.* Denn tadle man die Kühnheit des alleinstehenden Imperativs noch so sehr, die Verse lassen sich nicht losreissen von dem Boden, auf den sie so sichtlich des Dichters Gedanke gepflanzt hat; und vernünftiger ist es doch, nachdem über die Gedanken und deren Zusammenhänge Klarheit erzielt ist, diese zum Maassstab zu nehmen für die Beurtheilung einer stilistischen Freiheit als, um dieser zu entgehen, den klaren Spiegel der Dichtung durch eigene Erfindung zu trüben.

Den Vers 29, der den Übergang zu einer neuen Betrachtung vermittelt, haben die Handschriften so überliefert: *Ite rates curvae et leti texite causas* (denn *ire* und *terite* sind unerhebliche Schreibversehen in der Wolfenbütteler allein). Die, welche *curvae* beibehalten und den Vers in anderer Weise füllen, haben den Gedanken des Dichters verfehlt: das Richtige hat Passeratius hergestellt, *Ite, rates curvas et leti texite causas.* Nur dies giebt den beabsichtigten Sinn: *ite, texite rates curvas i. e. texite leti causas:* 'bauet Schiffe das heisst bauet Anlässe zum Tode.' Denn die *rates* sind die *causae leti;* und dieser Gedanke wird in den folgenden drei Versen (30—32): *Ista per humanas mors venit acta manus. Terra parum fuerat fatis: adiecimus undas, Fortunae miseras auximus arte vias* variiert und weiter ausgeführt; *texere* aber vom Schiffsbau hat Ennius und haben nach ihm Catullus, Virgil, Ovid gebraucht; und dass *rates* und *leti causae,* das concrete und abstracte, von demselben Verbum *texere* regiert werden, worauf die Spitze des Gedankens beruht, hat Analogien an den im Monatsbericht 1881 S. 353 fg. besprochenen Versen des Propertius. Doch dies beiläufig. Betrachten wir den mit V. 29 anhebenden neuen Abschnitt (29—42)

Ite, rates curvas et leti texite causas:
  Ista per humanas mors venit acta manus.
Terra parum fuerat fatis: adiecimus undas,
  Fortunae miseras auximus arte vias.
Ancora te teneat, quem non tenuere penates?
  Quid meritum dicas, cui sua terra parum est?
Ventorum est quodcumque paras: haut ulla carina
  Consenuit, fallit portus et ipse fidem.
Natura insidians pontum substravit avaris:
  Ut tibi succedat, vix semel esse potest.
Saxa triumphales fregere Capharea puppes,
  Naufraga cum vasto Graecia tracta salo est.

Paullatim socium iacturam flevit Ulixes,
In mare cui soli non valuere doli.

Hier bietet der Gedankenfortschritt kaum eine Schwierigkeit dar: auch haben Scaliger und Bährens, wenn auch an verschiedener Stelle des Gedichts, diese Verse im Wesentlichen in ihrer Abfolge ungeändert gelassen; nur dass sie beide, wie früher bemerkt, die vier Verse vom Argynnus (21—24) mit den Beispielen von der Griechenflotte (39 . 40) und Odysseus (41 . 42) in Verbindung gesetzt haben, entweder vorauf oder im Anschluss daran. Diese Anordnung würde ich nicht gutheissen, auch wenn nicht jene vier Verse, wie wir zu erkennen glaubten, an ihrer Stelle in festem Zusammenhang stünden. Denn der Zweck der hiesigen Beispiele ist verschieden. 'Niemals ist dem Meere zu trauen: selbst die siegreich heimkehrende Griechenflotte hat es erfahren müssen, selbst der kluge und listenreiche Odysseus hat mit all seinen Listen nichts dagegen vermocht'. Wer sich nicht an dem Äusserlichen und Allgemeinen genügen lässt, dass Argynnus in den Fluthen seinen Tod gefunden, und dass Odysseus und die Griechen auf dem Meere Schaden und Verluste erlitten, sondern die specielle Wendung und Färbung in's Auge fasst, die jedem der Beispiele gegeben ist, wird bekennen müssen, mit der hiesigen Gedankenformulierung ist Argynnus' Tod nicht zu vereinbaren, den Propertius so sichtlich in anderer Weise und zu anderem Zweck mit Paetus' Untergang in Parallele gestellt hat (S. 80). Wichtiger ist und der Beachtung nicht unwerth, dass Propertius wie in allgemeiner Betrachtung anhebend 'Gehet, bauet Schiffe, schafft neue Wege des Todes (29—32)', dann an Paetus selbst sich wendet mit Worten, als ob er jetzt ihm mit Gründen und Beispielen von der gefahrvollen Seefahrt abrathe (*ancora te teneat, quem non tenuere penates* V. 33; *ventorum est quodcumque paras* V. 35 ff.): eine Kühnheit, früher Gesprochenes wie Gegenwärtiges zu behandeln, die nicht ohne Beispiel ist bei Propertius (vgl. Lachmann zu 4, 7. S. 259) und deren richtige Würdigung von Nutzen wird für die Auffassung des Folgenden: 43—54.

Quodsi contentus patrio bove verteret agros,
Verbaque duxisset pondus habere mea,
Viveret ante suos dulcis conviva penates,
Pauper, at in terra, nil ubi flere potest.[1]

---

[1] Ich habe die überlieferte Form gesetzt, weil ich Jacob's *flare* für eine bestechende aber nicht überzeugende Verbesserung halte; nicht in *flere*, das nicht zu tadeln, sondern in *potest* liegt die Schwierigkeit, nicht im Verbum (vgl. Tibull 2, 4, 7; 1, 1, 25 fg.), sondern im Modus. Aber schwer zu entscheiden, ob für *potest* eine andere Form zu setzen, wie Lachmann *potis* vorschlug, oder dem Propertius die Freiheit zuzutrauen, gegen die hypothetische Fassung des Gedankens das Präsens gewählt zu haben: *viveret in terra, ubi (si vivit) nihil flere potest.*

Non tulit hic Paetus stridorem audire procellae
 Et duro teneras laedere fune manus,
Sed thyio thalamo aut Oricia terebintho
 Et fultum pluma versicolore caput.
Huic fluctus vivo radicitus abstulit ungues,
 Et miser invisam traxit hiatus aquam;
Hunc parvo ferri vidit nox improba ligno:
 Paetus ut occideret, tot coiere mala.

Denn wenn Propertius fortfährt 'Und wenn er nun meinen Worten Gewicht beigelegt hätte und daheim geblieben wäre, so lebte er jetzt vergnügt im eignen Besitz (44 . 45)', so ist klar, diese Ausführung (43—54) war nur hier am Platze: wird sie mit Bährens hinter V. 10 gestellt, so sind die Worte *verbaque duxisset pondus habere mea* (44) ihrer sichtlichen Beziehung, die sie in den Versen 33—38 haben, entzogen; oder mit Scaliger weit weg an das Ende des Gedichtes gerückt, so ist auch so der von Propertius beabsichtigte und deutlich erkennbare Zusammenhang aufgehoben (vgl. S. 71). So muss man, denke ich, urtheilen, wenn man auf den Kern der Darstellung sieht und nicht durch Äusserlichkeiten sich bestimmen und vom rechten Wege ablenken lässt. Denn wenn nach der Erwähnung des Ulixes (41 . 42) selbst ohne Nennung des Paetus fortgefahren wird *quodsi contentus patrio bove verteret agros verbaque duxisset pondus habere mea* (43 . 44), so war doch wohl nicht zu besorgen, dass ein denkender und den Intentionen des Dichters sich hingebender Leser diesen Satz mit Ulixes in Verbindung bringen werde: im Gegentheil gerade *quodsi* (das auch Lachmann nicht gut abgeändert hat) war vorzüglich geeignet, die mit *Ite, rates curvas* anhebende zur Mahnung an Paetus gewendete Betrachtung über das Gefahrvolle der Schifffahrt (29—42) abzuschliessen und die daraus zu schöpfenden Folgerungen einzuleiten; und wer unbefangen zusieht, kann leicht inne werden, wie dieses *quodsi* mit dem was daran hängt, recht wie eine Klammer eingefügt ist, einen erheblichen Theil des Gedichtes unverrückbar zusammenzuhalten, rückwärts bis hinauf wenigstens zu *Ite rates* (V. 29), vorwärts bis zur Nereidenappellation (67—70). Die Erinnerung aber an das behagliche Dasein, das dem Paetus in der Heimath gegönnt war und geblieben wäre, giebt dem Dichter Anlass, anders als V. 7 ff. und 17 ff., in diesem Gegensatz die jammervolle Lage des Schiffbrüchigen zu zeichnen (51—54), um dann von hier aus in der letzten Klage des Unglücklichen unmittelbar vor dem Versinken (*Flens tamen extremis dedit haec mandata querellis* V. 55—64) und in dem Vorwurf an die Nereiden, dass sie den Sinkenden nicht gehalten, den wirkungsvollen Abschluss seiner elegischen Darstellung zu gewinnen.

Flens tamen extremis dedit haec mandata querellis,
Cum moribunda niger clauderet ora liquor.
'Di maris Aegaei quos sunt penes aequora venti
Et quaecumque meum degravat unda caput,
Quo[1] rapitis miseros primae lanuginis annos?
Attulimus longas in freta vestra manus.
Ah miser alcyonum scopulis adfigar acutis:
In me caeruleo fuscina sumpta deo est.
At saltem Italiae regionibus advehat aestus:
Hoc de me sat erit si modo matris erit.'

---

[1] Bährens dachte an *quor rapitis*, was nahe lag, nur müsste man *cur* schreiben. da *quor* weder dem Horaz (in den Lachmann es einführen wollte) noch dem Properz oder Ovid zuzutrauen. Aber bemerkenswerth ist, dass die Kritik auch sonst ähnliches *quo* nach zufälligem Belieben abändert, an dem sie in vielen gleichartigen Fällen unbekümmert vorüber geht. Denn ausser diesem *quo rapitis* des Properz hat man Ovid Am. 1, 13, 3 *Quo properas, Aurora! mane . . Nunc iuvat in teneris dominae iacuisse lacertis.* 9 *Quo properas, ingrata viris, ingrata puellis!* 31 *Invida quo properas?* dreimal *Cur* für *Quo* gesetzt; ebenso Am. 3, 7, 19 *Ah pudet annorum. quo me iuvenemque virumque Nec iuvenem nec me sensit amica virum!* *quo* in *cur* abgeändert, und besser wird der Satz als ein ganzer betrachtet, als (mit Riese) in zwei zertheilt: *Quo me iuvenemque virumque! Nec iuvenem* —. Horaz C. 2. 3, 9 *Quo pinus ingens albaque populus umbram hospitalem consociare amant ramis! quid obliquo laborat lympha fugax trepidare rivo?* Lachmann *Quor pinus.* In Plautus Mostell. 2. 2, 82 *Fuge, obsecro hercle.* || *Quo fugiam!* schreiben die Kritiker seit Bothe *Quor,* wie nacher 91 *Cur non fugis tu?* in den Handschriften steht; und im Amph. 3. 2. 17 *Te volo, uxor, conloqui. Quo te [a viro] avertisti?* || *Ita ingenium meum est: Inimicos semper osa sum optuerier,* haben mehre *quor* vermuthet (was auch die neuesten beibehalten). Wer die Anwendung des Wortes durchprüfen will, kann sich leicht überzeugen, dass *quo* in diesen Stellen richtig ist und keiner Abänderung bedarf. Nur muss man unterscheiden: in der Horaz- und der zweiten Ovidstelle ist *quo* gleich *cur* oder *quid,* womit es bei Horaz parallel steht, wie z. B. auch bei Virgil Aen. 12, 879 *Quo vitam dedit aeternam? cur mortis ademptast Condicio?* (vgl. Aen. 2, 150); was nicht zu verwundern: denn *quo* heisst 'wozu', 'zu welchem Zwecke', wie *eo, hoc* 'dazu'. Wo aber *quo* mit einem Verbum der Bewegung verbunden ist, behält es seine Bedeutung 'wohin', aber die Frage hat den Sinn des Verbotes oder der Abmahnung: Wohin eilst du? Bleibe, wo du bist. — Wohin fliehst du? Bleibe, oder, Kehre zurück. — Wohin stürzt ihr? Es ist euer Verderben. — Wohin raffet ihr mich? Thut es nicht. In diesem Sinne konnte auf die Frage 'Wohin hast du dich abgewendet?' als Antwort der Grund angegeben werden; und Theuropides auf die Aufforderung zu fliehen, weil er keinen Grund sieht, erwidern 'Wohin soll ich fliehen?' Ein paar erlesene, besonders bezeichnende Beispiele füge ich hinzu: Asin. 3. 3, 7 *Quo nunc abis? quin tu hic manes;* ebend. 16 *quo properas?* Aulul. 3. 2, 1 *Redi: quo fugis nunc!* Menaechm. 5. 2. 82 *Bromie, quo me in silvam venatum vocas! Audio sed non abire possum.* Ovid. Fast. 6. 563 *Hanc tibi 'quo properas?' memorant dixisse, Rutili: 'luce mea Marso consul ab hoste cades.'* 2. 225 *Quo ruitis, generosa domus? male creditis hosti.* Met. 11. 676 *Mane. quo te rapis? ibimus una.* 8, 108 sqq. '*Quo fugis*' *exclamat 'meritorum auctore relicta . . Quo fugis, inmitis?'* Heroid. 7, 39 *Quo fugis? obstat hiems.* 10. 35 *'Quo fugis?' exclamo 'scelerate revertere Theseu.'* 13, 127 *Quo ruitis? vestras quisque redite domos. Quo ruitis, Danai? ventos audite vetantes.* Und oftmals in ähnlichem Sinne *Quo, quo ruitis! Quo ruis!* bei Horaz, Properz u. a. Nicht anders auch Ennius *Quo vobis mentes rectae quae stare solebant Dementes sese flexere!*

Subtrahit haec fantem torta vertigine fluctus;
Ultima quae Paeto voxque diesque fuit.
O centum aequoreae Nereo genitore puellae,
Et tu materno tacta dolore Theti,
Vos decuit lasso supponere bracchia mento:
Non poterat vestras ille gravare manus.

Dann aber bricht der Dichter rasch ab, die Summe ziehend aus dem Ganzen und Paetus' Unglück mit seiner eigenen Lage in Beziehung setzend:

At tu, saeve Aquilo, numquam mea vela videbis:
Ante fores dominae condar oportet iners.

Und nicht möge man aus diesem Distichon den Schluss ziehen, dass doch (nach Haupt's Gedanken) unmittelbar vorher von Paetus' Grab die Rede gewesen sei (25—28): ja wenn hier die Worte gestanden *quotiens Paeti transibit nauta sepulcrum Dicat et audaci tu timor esse potes* (27. 28), hätte man eher Grund, dem Gegensatz zu Liebe, die Wortfolge in V. 71 so zu ordnen: *At mea, saeve Aquilo, numquam tu vela videbis.* Die Weise aber des mit *At* abbrechenden und Resultat ziehenden Schlusses hat viele Analogieen bei Properz, wie 3, 11, 71 *At tu, sive petes portus seu, navita, linques, Caesaris in toto sis memor Ionio;* 3, 15, 43 *At tu non meritam parcas vexare Lycinnam* —. Und blicke ich von hier auf das Ganze zurück, so meine ich überall die Fugen der Gedankenbewegung deutlich wahrzunehmen, und kann weder Anlass zu einem Tadel der überlieferten Versfolge, noch einen Vortheil aus irgend welcher der vorgenommenen Umstellungen erkennen, sondern mache Lachmanns Urtheil zu dem meinigen, dass *in vetere ordine nihil reprehendi potest ab iis, qui poetas in ordinem cogere nolunt.*

Ausgegeben am 25. Januar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1883.
IV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

25. Januar. Öffentliche Sitzung zur Feier des Geburtstages FRIEDRICH's II.

Vorsitzender Secretar: Hr. DU BOIS-REYMOND.

Der vorsitzende Secretar eröffnete die Sitzung, welcher Seine Excellenz der vorgeordnete Minister, Hr. VON GOSSLER, beiwohnte, mit folgender Festrede:

Der Tag, an welchem die Akademie statutenmässig das Andenken ihres grossen Neubegründers feiert, fällt diesmal zusammen mit einem Festtage des Herrscherhauses, welcher das preussische, das deutsche Volk freudig bewegt. Ein Vierteljahrhundert verfloss, seit der jugendliche Fürst, der seitdem stolzen kriegerischen Lorber gewann, und der als Erbe dem deutschen Kaiserthron am nächsten steht, die britische Königstochter als Gemahlin heimführte. An diesem Tage flicht deutsche Sitte dem erlauchten Paar einen silbernen Kranz; auf's Neue staunt die Welt die märchenhafte Gestalt des Heldenkaisers an, welcher den dieser Ehe schon entsprossenen Urenkel im Arme wiegt; wir aber erinnern uns, wie reich die Hoffnungen sich erfüllten, welche unsere Körperschaft der Princess Royal von Grossbritannien und Irland entgegentrug. »Es war« — so redete damals TRENDELENBURG die hohe Neuvermählte an — »es war eine Fürstin aus welfischem Stamm, König »GEORG's I. Schwester, Preussens erste Königin, SOPHIE CHARLOTTE, »eine Frau von hohem Sinn und grossem Geiste, welcher die »Akademie ihren Ursprung verdankt. Es war König GEORG's I. »Tochter, SOPHIE DOROTHEE, die in ihrem grossen Sohne geseg- »nete Mutter, welche durch König FRIEDRICH II. die Akademie sich

»erneuern sah. Eure Königliche Hoheit wollen einer Körperschaft »von so stammverwandten Erinnerungen, welche von Alters her durch »wissenschaftliche Bande mit Grossbritanniens gelehrten Gesellschaften »verknüpft ist, Ihre Huld nicht versagen.« Genügte wohl kalt förmlicher Dank dem stürmischen Gefühl, welches heute die preussischen Vertreter der Wissenschaft und Kunst beseelt? An so erhabener Stelle verständnissvolles Entgegenkommen, begeistertes Empfinden des Schönen, tiefes Eingehen in die Probleme des Erkennens, im Bunde mit stets bereiter Hülfe und bezaubernder Leutseligkeit: sie rufen in den Herzen der Männer, welche dem Ideal in irgend einer Form nachstreben, eine Verehrung wach, für die es Worte nicht giebt.

So hat eine Verbindung des Hauses der Hohenzollern mit dem hannoverisch-englischen Fürstenhause in Preussens Geschichte zu dreien Malen sich segensreich erwiesen. Es ist aber bekannt, dass, wäre es nach Friedrich's des Grossen Wunsche gegangen, auch er mit einer englischen Prinzessin sich vermählt hätte. Muthmaassen zu wollen, welchen Einfluss auf die politischen Verschlingungen des achtzehnten Jahrhunderts die für Friedrich und seine Schwester Wilhelmine geplante englische Doppelehe gehabt hätte, wäre eitles Beginnen. Doch kann man wohl annehmen, dass, indem dadurch Friedrich's Persönlichkeit den Engländern näher gekommen wäre, Ein Verhältniss sich anders gestaltet haben würde, welches, meines Wissens bisher kaum beachtet, mir merkwürdig genug däucht, um es einmal etwas genauer zu erörtern. Dies ist der bei den Engländern im Allgemeinen bemerkbare Mangel an Verständniss für Friedrich's Grösse.

Sonst überall strahlt ja seine Gestalt in siegreichem Glanz, auch da, wo sie durch die Bewölkung nationaler Vorurtheile, alten Grolles, religiöser Feindschaft sich hindurchzukämpfen hatte. In Sicilien fand Goethe »die Theilnahme an ihm so lebhaft, dass er seinen Tod ver»hehlte, um nicht durch eine so unselige Nachricht seinen Wirthen »verhasst zu werden.« Aus einem der besten von Casti's Sonetten über die *tre Giulj* ersieht man, wie sehr bei den Italiänern Friedrich im Vorgrund der Vorstellungen stand. Obschon der Tag von Rossbach wohl geeignet war, das französische Nationalgefühl zu kränken, obschon Maria Theresia's Tochter auf Frankreichs Throne sass, und obschon Voltaire's posthume Schmähschrift dort am stärksten wirken musste, war Friedrich in Frankreich eine kaum minder volksthümliche Figur, als in Deutschland. Seine Kriegskunst feierte Guibert, der Geliebte von d'Alembert's Freundin, Mlle de l'Espinasse. Mirabeau's Missbilligung seines Regierungssystemes vertrug sich sehr gut mit der Ehrfurcht, die der schon schwer erkrankte Monarch dem unbändigen Abenteurer (weiter hatte es damals Graf Riquetti noch nicht gebracht)

bei seinem Besuch in Potsdam einflösste. Mit wie grundsätzlichem Abscheu die Revolutionsmänner später auf Friedrich wie auf jedes gekrönte Haupt blicken mochten, man muss es andererseits Napoléon lassen, dass er eine Empfindung für die Höhe des Geistes besass, dessen Schöpfung er vorübergehend über den Haufen warf. Und was in Frankreich von einer Bedeutung ist, die wir nur schwer würdigen können: in seinen *Causeries* räumt der litterarische Feinschmecker Sainte-Beuve dem Geschichtschreiber und Briefsteller Friedrich unter den französischen Prosaïkern einen höchst ehrenvollen Platz ein. Sogar dem überreizten Nationalgefühl des jüngsten Frankreichs ist gegen Friedrich kaum ein Misston entschlüpft.

Wie seinem Genius Peter III. von Russland und Joseph II. von Österreich bis zur Schwärmerei huldigten, lehrt jede Geschichte jener Zeit. Des Königs wohlwollende Haltung gegenüber den jungen Vereinigten Staaten wurde jenseit des Weltmeeres mit ebenso freundschaftlichen Gesinnungen erwiedert, deren Wärme noch nach einem Jahrhundert Mr. George Bancroft's Schilderung seiner Persönlichkeit belebt.

In England war Friedrich schon vor Beginn des siebenjährigen Krieges ein Gegenstand der Verehrung und Bewunderung für die Nation. Vollends nach Rossbach, Leuthen und Zorndorf wurde er so sehr der Held des Tages, dass an seinem Geburtstage London illuminirte, wie sonst nur für den eigenen Landesherrn. In entlegenen Wirthshäusern fand man das Conterfey des Preussenkönigs, ja sein Dreimaster und Zopf verdrängten den Admiralshut des Siegers von Portobello vom Schilde mancher ländlichen Schenke. Die Methodisten priesen in ihm einen Gideon, der die papistischen Götzendiener zu Paaren trieb; junge Engländer von Rang und Vermögen bemühten sich um Kriegsdienst im preussischen Heer.

Dieser vorübergehenden Begeisterung lag theils das politische Bündniss zwischen England und Preussen zu Grunde, theils entsprang sie dem männlichen Sinne des englischen Volkes, welches auf *fair play* hält, und mit Entrüstung sah, wie eine Meute übermächtiger Feinde über den kleinen Brandenburgischen Staat herfiel. Wie an einem tapferen Kampfhahn hatte es seine Freude an dem nach allen Seiten gewaltig und siegreich um sich hauenden Streiter. Aber schon gegen das Ende des Krieges (1762) stellte Georg's II. 'Leibmaler' Hogarth in seinem *The Times* (I) überschriebenen satirischen Bilde unseren König inmitten einer Feuersbrunst und grausigen Elends mit teuflischem Ausdrucke lustig fiedelnd vor, wie die Erklärung besagt, als einen modernen Nero. Der Künstler scheint nicht gewusst zu haben, dass Friedrich die Flöte blase. Doch fehlte es in England auch später nicht an eifrigen Bewunderern des Königs. Der Grote des achtzehnten

Jahrhunderts, JOHN GILLIES, unterbrach seine Studien über Griechische Geschichte, um in schwerem GIBBON'schen Stile zwischen FRIEDRICH und PHILIPP, dem Vater ALEXANDER's, eine Parallele zu ziehen. Zehn andere Vergleiche hätten ebenso gut oder ebenso schlecht gepasst; doch bleibt GILLIES' guter Wille bestehen, obschon er dem Grossen Kurfürsten nicht Gerechtigkeit widerfahren lässt, und von FRIEDRICH's Unterthanen vor seiner Regierung sagt, wie die Macedonier bei den Athenern seien sie bei ihren südlichen Nachbaren, also wohl bei den Dresdenern, wegen ihres beschränkten Verstandes und ihrer rohen Sitten sprichwörtlich verrufen gewesen.

Auch in dem 1842 von THOMAS CAMPBELL herausgegebenen mehr anekdotischen Werke über FRIEDRICH kommt dieser noch ganz gut fort. Kurz vorher aber, 1838, nannte Lord MAHON in seiner englischen Geschichte den König einen eitlen, selbstsüchtigen, undankbaren, unwahren und ehrlosen Fürsten, welcher den ihm von Dichtern ertheilten Beinamen des Grossen besser verdiente, wäre er nicht selber ein Dichterling gewesen; und an die Anzeige des CAMPBELL'schen Buches in der *Edinburgh Review* knüpfte jetzt MACAULAY seinen bekannten Angriff auf FRIEDRICH.

MACAULAY's *Essay on Frederick the Great,* vom April 1842, macht aus FRIEDRICH einen noch ärgeren Despoten, als selbst sein Vater gewesen sei. Einige Scherze, die er in jüngeren Jahren gegen Personen seiner Umgebung sich erlaubte, die Sarkasmen, in denen sein höheres Alter sich gefiel, werden als Beweise einer hämischen Gemüthsart aufgeführt, welche gern Schaden stiftete und Schmerz zufügte. VOLTAIRE's widrige Verläumdungen werden mit dem Bemerken wiederholt, Jeder könne davon halten, was er wolle. Wegen des ersten Schlesischen Krieges wird FRIEDRICH einfach als treubrüchiger Räuber gebrandmarkt. Unedel beruft sich MACAULAY dabei auf jenes grossartige Geständniss des Königs, dass die Gelegenheit, die bereite Macht in seinen Händen, der Wunsch von sich reden zu machen, seine Handlungsweise bestimmt habe. Weiterhin schreibt er dem Könige jedes Maass von Habgier, Herrschsucht, Gewaltthätigkeit und Verlogenheit zu. Über seine litterarischen Bestrebungen rümpft er die Nase; kaum dass seine Geschichtschreibung vor ihm Gnade findet. Die Dürftigkeit dieser Akademie wird mit dem Glanze der Pariser contrastirt, welcher sie doch damals Männer wie MAUPERTUIS, EULER, LAMBERT, LAGRANGE, BERNOULLI entgegenzusetzen hatte. FRIEDRICH's angebliche Flucht aus seiner ersten Schlacht wird wohlgefällig hervorgehoben. Seine heldenmüthige Haltung während des siebenjährigen Krieges, sein Feldherrnruhm waren dann freilich nicht zu verdunkeln, und die Schlacht bei Rossbach wird sogar prophetisch als erster Keim

einer neuen deutschen Nationaleinheit erkannt. Nach dem Hubertsburger Frieden aber lässt Macaulay, welcher Alles gelesen hatte, nur nicht Rammler, Friedrich im Triumph in Berlin einziehen, und ein Lebehoch auf sein Volk ausbringen. Was das Schlimmste ist, hier bricht der Essay ab. Eine in Aussicht gestellte Fortsetzung erschien nie. Von den dreiundzwanzig friedlichen Regierungsjahren, die dem siebenjährigen Kriege folgten, von Friedrich's wiederaufbauender, gesetzgeberischer, verwaltender Thätigkeit, von dem einsamen Weltweisen auf Sans-Souci, erfährt der Leser Nichts. Wohl ein Glück: denn was Friedrich als Mensch wirklich an Schwächen besass, kam naturgemäss in dieser Periode eher zum Vorschein, und vollends die Theilung Polens hätte zu neuen Schmähungen Anlass gegeben.

Ein Angriff von Seiten Macaulay's unter dem historischen ledergelben und blauen Umschlage war nicht zu verachten. Obschon er seine englische Geschichte noch nicht geschrieben hatte, stand er auf der Höhe schriftstellerischen Ruhmes. Grausam zerfleischt zu werden von der unsterblichen Feder, welche Lord Clive und Warren Hastings verherrlicht und Hrn. von Ranke's 'Geschichte der Päpste' popularisirt hatte, war keine Kleinigkeit, wenn auch Friedrich's Ruhm eher als der Horace Walpole's diesem Missgeschick gewachsen war, und zudem Macaulay in dem Essay über Friedrich sich nicht zu seinem Vortheile zeigt. Wie er in seiner Erörterung von Francis' Ansprüchen auf die Autorschaft der Junius-Briefe bemerkt, erzeugt jeder Schriftsteller nothwendig einmal sein bestes Werk, und dies kann sehr viel besser sein, als sein zweitbestes. Man kann auch umgekehrt sagen, dass jeder Schriftsteller nothwendig einmal sein schwächstes Werk erzeugt, und dass dies sehr viel schwächer sein kann, als sein zweitschwächstes. Dem Essay über Friedrich dürfte unter Macaulay's Schriften ziemlich jener unterste Rang gebühren. Macaulay selber war später damit minder zufrieden, ohne doch die darin enthaltenen Urtheile zurückzunehmen. Auch rein litterarisch betrachtet, dürfte der Essay hinter Macaulay's sonstigen Leistungen zurückbleiben. Was sonst bei ihm als edler Redeschmuck erscheint, wo es bündige Schlussfolge und treffende Bemerkungen ziert, berührt unangenehm, wo es nur Hohlheit und schiefe Auffassung verdeckt. Oder ist es nicht falscher Pathos, wenn, um die Scheusslichkeit des ersten Schlesischen Krieges in's Licht zu setzen, Macaulay ausruft: »Über Friedrich's Haupt »kommt alles Blut, welches in einem Kriege vergossen wurde, der »viele Jahre in allen Erdtheilen wüthete, das Blut der Heersäule »von Fontenoy, das Blut der bei Culloden geschlachteten Hochländer. »Die durch seine Ruchlosigkeit (*wickedness*) heraufbeschworenen Übel »wurden bis in Länder empfunden, wo Preussens Namen unbekannt

»war; damit Er einen Nachbaren plündern könne, den zu vertheidigen »er gelobt, fochten schwarze Menschen auf der Küste von Coromandel, »und rothe Menschen skalpirten einander an den Grossen Seen Nord-»amerika's.«

Aber wenn auch Macaulay's Essay minder seiner würdig ist, er verdient doch in hohem Maasse die Aufmerksamkeit der Friedericianischen Gemeinde, als welche unsere Akademie alljährlich an diesem Tage sich fühlt. Neben seiner Begabung als Schriftsteller war Macaulay ein Mann von weitem geschichtlichen Überblick und so unermesslichen Kenntnissen, dass man leichter, als was er besass, das Eine nennt, was ihm fehlte: Naturwissen. Ein unersättlicher Leser, lebte er, wie aus seinen Tagebüchern und Briefen erhellt, in täglichem Verkehr mit den besten Geistern aller Völker und aller Zeiten. Als Schotte mancher Schranke enthoben, welche den Englischen Geist nicht selten beengt, war er im edelsten Sinn ein Freidenker. Als Whig und Reformer trat er ein für Entwickelung der Verfassung und für Beseitigung geschichtlicher Missbräuche. Er brach eine Lanze für politische Gleichberechtigung der Juden. Das in Calcutta von ihm ausgearbeitete Strafgesetzbuch wurde von der Ostindischen Compagnie beanstandet, weil es den Eingeborenen zu viel Rechte gewährte. Genug, Macaulay hatte ein Herz für bürgerliche und für Gewissens-Freiheit, für Menschenbildung und Menschenglück, und man kann nicht anders sagen, als dass er für Thaten des Geistes in jeder Gestalt entbrannt war. Dabei weiss er als Geschichtschreiber, bei Abwägung von Staatsactionen, sehr wohl sich auf den Standpunkt zu stellen, dass der Zweck die Mittel, wenn auch nicht heiligt, doch entschuldigt.

Wie konnte, fragt man sich, ein so urtheilsfähiger, so gesinnter Mann keine Empfindung haben für eine Grösse wie Friedrich's? Für diese in der Weltgeschichte einzige Verbindung eines gekrönten Feldherrn mit einem Denker und Schriftsteller zu solcher Doppelnatur, dass man beim Lesen seiner Schriften vergisst, ja daran erinnert sich nicht vorzustellen vermag, wie derselbe Mann eigentlich auf dem Schlachtfelde zu Hause war, und, wo es galt, persönlich seine Grenadiere in den Kugelregen führte? Wie konnte Macaulay keine Sympathie haben für die Hoheit des sich rastlos aufopfernden Regenten, der inmitten der Verderbtheit seines Zeitalters nichts sein wollte, als der erste Diener des Staates? Für den Freidenker auf dem Thron, in dessen Staaten Jeder nach seiner Façon selig werden mochte? Für den Bauernkönig, der zwar dem Adel seine Vorrechte wahrte, aber dem niedrigsten Kossäthen zugänglich war? Dass der Dichter der *Lays of ancient Rome* den poëtischen Hauch nicht spürte, der für uns die Terrasse von Sans-Souci umwittert, wenn hinter der historischen Mühle die Sonne

sinkt, mag ihm hingehen. Dass ein Geschichtschreiber wie er aus einer geschichtlichen Figur wie der des 'Alten Fritzen' nichts zu machen wusste, als ein Seitenstück zu Voltaire's Zerrbild, bleibt ein Räthsel.

Man würde sich um dies Räthsel nicht weiter kümmern, wenn es sich dabei nur um einen Einzelnen handelte, auch wenn dieser Macaulay ist. Aber, wie schon angedeutet, die von ihm ausgesprochenen Meinungen sind bis auf die neuere Zeit die vieler, ja wohl der meisten Engländer gewesen, welche überhaupt etwas von Friedrich wussten. Sichtlich war Macaulay selber von vorn herein in diesen Meinungen befangen, und im Essay legt er sie nur dar, ohne erst durch genaue und unparteiische Prüfung des Thatbestandes sich dazu führen zu lassen. Er würde in ganz anderem Tone geschrieben haben, hätte er geglaubt, einem anders denkenden Leserkreise gegenüber sich zu befinden, den er zu seiner Ansicht bekehren wollte. Die Sache ist also vielmehr die, dass nach jener ersten, Friedrich günstigen Aufwallung der Nation dieser den Engländern im Allgemeinen schon lange für einen gewissenlosen Friedensbrecher und Ränkeschmied, für einen Länderräuber und bösartigen Tyrannen galt, und dass nur sein Feldherrnruhm ihm gegönnt wurde: unser Friedrich war ihnen fremd. Da man nun bei den Engländern im Allgemeinen wenn auch nicht Macaulay's Sachkunde, doch seine freie und edle Gesinnung voraussetzt, so kehrt das Räthsel, welches er uns darbot, in völkerpsychologischer Gestalt wieder.

Im Umgang mit Engländern und bei englischer Lectüre aufmerksam geworden auf dies Räthsel, hatte ich angefangen, seiner Lösung auf culturgeschichtlichem Wege nachzugehen. Ein Gespräch mit einem der ersten Historiker in unserer Mitte, welcher in Friedrich's Zeiten tief eingeweiht ist, belehrte mich, dass die Lösung ebenso sehr in der politischen Geschichte zu suchen sei. Danach würde ich es aufgegeben haben, mich länger mit dem Gegenstande zu beschäftigen, hätte mir nicht jener College seinen Beistand in der liebenswürdigsten Weise zugesagt. Trotz dieser Hülfe bin ich weit davon entfernt zu glauben, in der Behandlung der Aufgabe glücklich gewesen zu sein. Ich wäre zufrieden, riefe nur mein Versuch eine Erörterung der Frage von mehr berufener Seite hervor.

Zunächst ist zu bemerken, dass der Insel-Lage der Engländer eine Abgeschlossenheit ihres nationalen Bewusstseins entspricht, von welcher die deutsche kosmopolitische Zerflossenheit sich keine Vorstellung macht. In manchen Beziehungen übertreffen sie hierin noch die Franzosen, geschweige dass unsere deutschen Chauvins, welche sich auf ihr mühsam angelerntes Nationalgefühl so viel einbilden, es ihnen gleich thäten. England liegt im Mittelpunkt der Hemisphaere,

welche das Maximum von Land zeigt, daher es wörtlich richtig erscheint, von einer anglocentrischen Weltperspective zu reden. Vom Standpunkt dieser Perspective kümmert sich das englische Volk um andere Staaten und Völker nur so weit, und diese gelten ihm nur so viel, wie sie ihm nützlich oder nutzbar sind. Auf diesem kräftigen, meist unbewussten Egoismus, wie ihn auch das Römervolk besass, beruht zu einem guten Theil Englands Grösse.

Das Urtheil der Engländer über Vorgänge der äusseren Politik und die darin spielenden Persönlichkeiten wird natürlich gleichfalls durch ihre nationalen Interessen bestimmt, da sie vorzugsweise ihre eigenen, die Welt aus anglocentrischer Perspective anschauenden Geschichtschreiber lesen, auch wohl ihre geschichtlichen Meinungen aus politischen, parteiisch gefärbten Reden und Tageblättern schöpfen.

Die Unabhängigkeit des politischen Urtheils der Engländer zeigt sich deutlich in ihrer Stellung zum ersten Napoléon. Er hatte die Völker, in denen er nur ein Spielwerk seiner ungeheuren Selbstsucht sah, in den blutigen Schlamm von hundert Schlachtfeldern gestampft. Dennoch war er während der nächsten Jahrzehnde auf dem Festlande Vielen der Gegenstand einer Anbetung, ähnlich der, welche die Hindu ihren grässlichen Gottheiten zollen. Deutsche Dichter besangen die Napoleonische Legende. Den Engländern blieb der Heros, der ihrer Insel nichts hatte anhaben können, immer nur der verlogene, gewissenlose, gewaltthätige Condottiere, der Nationalfeind Buonaparte, der sich durch die Continentalsperre für die Verbrennung seiner Flotte und die Vereitelung seiner Invasionspläne rächte. Nur bei Lord Byron, welcher noch mit anderen englischen Meinungen im Kampfe lag, und den englischen Sieger von Waterloo hasste, findet sich, merkwürdigerweise wie bei Heine verbunden mit Weltschmerz und Selbstverspottung, jener unnatürliche Caesaren-Cultus.

Wenn in diesem Falle das englische Urtheil durch die besonderen Umstände, welche es zu bestimmen pflegen, richtig geleitet wurde, so fehlt es auch nicht an Beispielen, wo solche Umstände es in die Irre führten. Unter diesen Beispielen ist das uns beschäftigende Urtheil über Friedrich eines der am meisten hervorragenden.

Das Haus Hannover hatte aus Deutschland wenig Zuneigung für Preussen mitgebracht. Trotz den Familienbeziehungen der Höfe blickte man in Hannover mit Verachtung auf die Armuth und Sparsamkeit, mit Scheu auf den Militarismus und das straffe Beamtenthum, mit Scheelsucht und Besorgniss auf die langsam, aber stetig wachsende Macht des sich mühsam und ehrlich emporarbeitenden Brandenburgischen Staates. Für die Whigs, welche das Haus Hannover nach England gebracht hatten, ihm zur Stütze dienten und umgekehrt

von ihm begünstigt wurden, gab es keinen Grund, gegen Preussen besser gelaunt zu sein, als ihre Könige. Vielmehr ahmten sie Georg's II. Benehmen nach, der bei Hoffestlichkeiten den preussischen Gesandten, Grafen Klinggraefen, ohne Gruss und Anrede liess. Vielleicht ist Macaulay's Feindseligkeit gegen Friedrich zum Theil auf whiggistische Überlieferung zurückzuführen.

Schon während des österreichischen Erbfolgekrieges kam es zu Reibungen zwischen Preussen und England, indem Preussen sich über die englische Caperei zu beschweren hatte. Jahre lang suchte es vergebens Entschädigung seiner Rheder und Kaufleute zu erlangen. Zuletzt entschloss sich Friedrich zur Selbsthülfe: er behielt die Zinsen einer schlesischen Schuld ein, die sich aus österreichischer Zeit herschrieb; was man ihm in England sehr übel nahm.

Während des siebenjährigen Krieges und unter des älteren Pitt Regierung traten diese bitteren Empfindungen gegen die Staatsraison zurück. England focht zur See und in den Colonien auf Preussens Seite, und zahlte ihm Subsidien. Übrigens begnügte sich Pitt damit, Friedrich zu benutzen, und unterliess die vertragsmässig festgestellte Sendung einer englischen Flotte nach der Ostsee, welche die Schweden ferngehalten, den russischen Einbruch in Ostpreussen erschwert hätte.

Pitt's Sturze, 1760, folgten dann die hinter Friedrich's Rücken eingeleiteten Unterhandlungen mit Frankreich, das Aufhören der Zahlungen für den Krieg in Deutschland, endlich der Pariser Separatfrieden, welcher ohne die glücklichen Conjuncturen, die wenige Tage später den Hubertsburger Friedensschluss herbeiführten, dem Könige leicht verderblich geworden wäre.

Aus dem siebenjährigen Krieg als siegreiche Grossmacht hervorgegangen, war Preussen ein sehr lästiges neues Element, mit welchem die englische Politik zu rechnen hatte. Das schöne Gleichgewichtssystem, wobei England zwischen den grossen Militärmächten des Festlandes die Waage hielt, war gestört. Gegen Preussens Heer, dem die übrigen festländischen Mächte nacheiferten, verschwand die Handvoll englischer Miethstruppen. Friedrich verdarb England den Söldnermarkt, indem er den Werbungen für das Ausland, besonders dem Menschenhandel einiger deutschen Fürsten entgegentrat. Die Zeit war vorbei, wo Georg I. auf seine Geldtasche klopfend sagen konnte: »Hier habe ich hunderttausend Mann stecken.« Überhaupt hatte Deutschland aufgehört, Spielball der Diplomatie und bequemer Jagdgrund für jede Macht zu sein, die sich zum Sport aufgelegt fühlte.

Mittlerweile gerieth England in wachsende Schwierigkeiten durch die Behandlung, welche Georg's III. unfähige Rathgeber den nordamerikanischen Colonien zu Theil werden liessen. Der Toryführer

Lord Bute hatte den Pariser Frieden zu Stande gebracht, den Friedrich England nie vergass, und derselbe Bute galt für den Urheber der Stempelacte, welche die dreizehn Colonien zuerst gegen das Mutterland gefährlich aufregte. Kein Wunder, dass Friedrich dem sich entwickelnden Conflict nicht mit allzu tiefem Bedauern zusah. Von vorsichtiger Zurückhaltung ging er allmählich über zu unverhohlener Parteinahme für den sein Dasein erkämpfenden jungen Freistaat, dessen einstige Grösse sein Scharfblick wohl erkannte, und gern gewährte er ihm alle mit dem Völkerrecht und mit seiner eigenen Ohnmacht zur See vereinbaren Vortheile. Dass er nun gleichfalls gründlich verscherzte, was er etwa bei den Tories an Gunst besass, ist klar.

Auch in der inneren Politik hatten sich die Englischen Machthaber über Friedrich zu beklagen. Auch hier verdarb er so zu sagen die Preise durch seine Art des Regierens. Keineswegs war diese nach dem Geschmack der Engländer; aber sie war doch geeignet, in einer Zeit wachsender Gährung — in den Tagen der Middlesex-Wahl, der Junius-Briefe — die regierten Classen auf Missbräuche und Unzukömmlichkeiten aufmerksam zu machen, in welchen die regierenden Classen bis dahin sich ungescheut und ungehindert ergingen. Die Pflichttreue und Unbestechlichkeit im preussischen Beamtenstaate liessen die Gesinnungslosigkeit und Käuflichkeit im damaligen englischen Parteileben um so greller hervortreten. Wenn ein König sich für nichts Besseres erklärte, als für einen Staatsdiener, mit welchem Rechte behandelte die übermüthige normännische Oligarchie das Land noch immer wie eine fungible Sache? Und wie, wenn es einem ihrer Könige einfiele, den *Tribunus plebis* gegen die Vornehmen und Reichen zu spielen?

Die Aufnahme, welche landesflüchtige Jacobiten, wie die beiden Keith, bei Friedrich fanden, seine innige Verbindung mit dem Lord Marischal, wurden ihm wohl auch nicht freundlich angerechnet.

Pitt's Amtsnachfolgern musste daran liegen, theils um auf dessen Politik schlechtes Licht zu werfen, theils um den Pariser Frieden zu beschönigen, über Friedrich keine gute Meinung aufkommen zu lassen. Dies war um so leichter, als die Engländer ihre Kenntniss der preussischen Dinge hauptsächlich aus zwei Quellen schöpften, welche beide gleich ungünstig für Friedrich lauteten: aus den hannoverischen Hofnachrichten und aus Voltaire's Schriften.

Unter den gegen Friedrich gerichteten Anklagen stand jederzeit obenan die Eroberung Schlesiens. Und doch fing gerade damals die Ostindische Compagnie an, sich in Indien eines Königreiches nach dem anderen unter den nichtigsten Vorwänden zu bemächtigen. Lord Clive und Warren Hastings wurden wegen ihres gewaltsamen, treulosen, habsüchtigen Vorgehens wohl zur Untersuchung gezogen, aber

mit einem leichten Verweise freigesprochen. Hastings beging an den Rohillas für schnöden Sold einen Völkermord, gegen welchen die Theilung Polens ein Kinderspiel ist. Neben der schändlichen, an den Prinzessinnen von Oude verübten Erpressung erscheint Friedrich's ungalantes Benehmen gegen Maria Theresia und die Königin von Sachsen als das ritterlichste von der Welt. Und doch erklärt Macaulay, der uns diese Greuel erzählt, dass es für Hastings' irdische Reste nur Eine würdige Begräbnissstätte gebe, Westminster Abbey. Es war anders beschlossen, und Hastings ruht in seiner Familiengruft zu Daylesford; wenigstens aber seine Büste sieht man in Westminster. Wollen nicht die Engländer sich dem Vorwurf blossstellen, dass sie mit verschiedenem Maasse messen, wenn es um ihre Thaten in Indien, und wenn es um die Preussens in Deutschland sich handelt, dass sie den Splitter in ihres Bruders Auge sehen, und nicht gewahr werden des Balkens in ihrem Auge, so müssen sie entweder Hastings aus Westminster verstossen, oder auch Friedrich etwas von der Milde angedeihen lassen, mit welcher sie über die Verbrechen des Staatsmannes fortsehen, den die Brahmanen göttlich verehrten — was sie, nach Edmund Burke's Bemerkung, aber auch mit dem Würgengel der Blattern thun.

Bedarf es des Zusatzes, dass die Handlungsweise der Engländer in Ostindien nur ein vereinzeltes Beispiel ihrer äusserst laxen politischen Moral im achtzehnten Jahrhundert ist, dem eine Menge ähnlicher Gewaltthaten sich anreihen liesse, wie, um nur Einiges zu nennen, die Besitznahme von Gibraltar und von Canada, und der Überfall von St. Eustatius. Letzteren wagen ihre eigenen Geschichtschreiber nicht mehr zu vertheidigen. Noch herrschte damals überall die perfide Staatskunst, welche einst aus Italien nach Frankreich verpflanzt hier Schule gemacht hatte. Vom Standpunkt dieser Politik aus wollen wir Englands Staatsmänner, seine Land- und Seehelden nicht härter tadeln, als nöthig. Aber das dürfen wir uns dafür ausbitten, dass der Fürst, der in seiner Jugend von einem '*Antimachiavel*' träumte, einige Nachsicht finde, wenn er, zum wirklichen Leben erwacht, gelegentlich sich derselben Waffen bediente, wie die Welt von Feinden um ihn her, wenn er 'mit den Wölfen heulte'.

In einem anderen Punkt ist das in England gegen Friedrich eingewurzelte Vorurtheil eher zu begreifen. Seine Verbindung mit Voltaire, mit den Encyklopaedisten war offenkundig. In den aristokratischen Kreisen, welche selber von der 'Pest der Freigeisterei' angesteckt waren, hatte dies nichts zu bedeuten. Auf Strawberry Hill dachte man nicht anders als auf Sans-Souci. Aber während der zweiten Hälfte des Jahrhunderts wuchs die von Whitefield und John

Wesley eingeleitete, als *Religious Revival* bekannte methodistische Bewegung in den mittleren und unteren Volksschichten Englands zu ausserordentlicher Stärke an. Bei dem tiefen Ernst der religiösen Empfindung in diesen Schichten ist keine Frage, dass Friedrich's Stellung zum positiven Christenthum wesentlich dazu beitrug, ihn weiten Kreisen zu entfremden. Es konnte nicht schwer sein, den Methodisten begreiflich zu machen, dass er, viel eher als ein Gideon, der leibhaftige Antichrist sei; und die Kenntniss festländischer Zustände war viel zu wenig verbreitet, um ein Verständniss dafür zu ermöglichen, dass der siebenjährige Krieg in gewissem Sinn eine Fortsetzung des dreissigjährigen war, und dass Friedrich, obwohl nicht christlich gesinnt, doch durch seine Siege vermuthlich den Protestantismus in Deutschland gerettet hat.

Es bedarf aber noch der Erklärung, weshalb die grossen Eigenschaften, welche die übrige Welt mit Manchem aussöhnten, das ihr an Friedrich mit Recht oder Unrecht missfiel, nicht vermochten, der in England aus politischen und religiösen Gründen gegen ihn herrschenden Abneigung obzusiegen. Wir meinen seine Tugenden als friedlicher Herrscher im Inneren seines Reiches: seine Sorge für Ordnung und Sparsamkeit im Staatshaushalt; für Entwickelung der Hülfsquellen seines verarmten Landes durch Verbesserung des Ackerbaues, Urbarmachung von Wüsteneien, Austrocknung von Sümpfen: für Förderung des Handels und Gewerbes; für Hebung des Schulunterrichtes und Sicherung der Rechtspflege. Wir denken an seine Pflichttreue, seine Härte gegen sich selber, welche die gegen Andere übertraf, an seine tausendäugige Wachsamkeit für sein Volk. Wenn unter seinen financiellen Maassnahmen die eine oder die andere verfehlt war, wie die Errichtung der Caffee-Régie, welche sogar Chodowiecki's loyale Radirnadel zu leisem Spott herausforderte, so halten wir dies seiner Zeit zu gute, wo die Nationaloekonomie eine noch weniger sichere Wissenschaft war, als selbst heute.

Der Grund, weshalb dies Alles den Engländern keinen Eindruck machte, liegt, abgesehen davon, dass die Kunde von Friedensarbeiten sich nicht so leicht ausbreitet, wie die von Kriegesthaten, in einem tiefen Unterschied zwischen ihrer Auffassung des Staates und der unsrigen.

Bei dem conservativen Sinn der Engländer, der durch die Revolution und die kleinen inneren Kriege kaum unterbrochenen Stätigkeit ihrer Culturentwickelung, der vergleichsweise geringen Macht der britischen Krone, besteht das englische Gemeinwesen aus einer Mannigfaltigkeit von Institutionen und Körperschaften, welche, seit Jahrhunderten selbständig neben einander her lebend, nie von einer dominirenden Centralstelle aus zusammengefasst und einheitlich organisirt wurden; wie denn,

im Gegensatz zu Friedrich's 'Preussischem Landrecht', die englischen Rechtsbräuche noch heute nicht codificirt sind. Aus dem innerhalb der gesetzlichen Formen sich bewegenden Wettstreit der Personen. Stände, Parteien, aus der Nothwendigkeit der Selbsthülfe, aus der freien Entfaltung und Benutzung des Talents, entspringt das sich selber erhaltende und regierende Getriebe des englischen Lebens: gewaltig, eigenartig, vielfach unberechenbar in seinem nur durch Sitte und Gebrauch geregelten, leicht von Zufälligkeiten beeinflussten Gange.

Unheimlich schutzlos mag beim ersten Anblick dies Leben dem Festländer erscheinen, der im Militär-, Polizei-, Beamten-Staate gewohnt ist, das Walten einer irdischen Vorsehung um sich her zu spüren, welche ihn auf Schritt und Tritt mit väterlicher Fürsorge begleitet, Aufsicht, ja ausschliessliche Bestimmung über viele Angelegenheiten sich vorbehält, und gewohnheitsmässig die Initiative aller Fortschritte und Verbesserungen ergreift.

Die Engländer aber denken nicht daran, uns um diese Vortheile einer centralisirten Regierung zu beneiden. Die Bevormundung, welche mit einer allwissenden und allmächtigen Verwaltung fast unfehlbar Hand in Hand geht, flösst ihnen den tiefsten Widerwillen ein, und sie blicken mit unverhohlener Geringschätzung auf die Völker, die sich dergleichen gefallen lassen: ohne sich zu überlegen, dass Eines sich nicht für Alle schickt, und ohne sich zu fragen, ob, wenn sie anstatt ihrer glücklichen Insel die Sandwüsten und Sümpfe der Mark bewohnten, und Jahrhunderte lang gegen Feinde von allen vier Weltgegenden her sich ihrer Haut hätten wehren müssen, sie es weiter gebracht hätten, als wir.

Wie dem auch sei, unstreitig hierin wurzelt es, dass Friedrich's Regentengrösse die Engländer eher abstösst, als zur Bewunderung hinreisst. Sie haben von solcher schöpferischen Leistung, wie die seinige war, genau genommen keinen Begriff. Um sie zu schätzen, bietet ihre eigene Geschichte ihnen keinen Vergleichungspunkt. Je rastloser und vielseitiger seine Thätigkeit, je schärfer seine Wachsamkeit, je eifriger seine Sorge für das Staatswohl, um so unerträglicher däucht ihnen seine Einmischerei in alle Zweige der Verwaltung, um so sicherer erblicken sie in ihm nur den zeitgemäss verkappten, den aufgeklärten Despoten.

So kam es schliesslich, dass des Königs entstelltes Bild, wie wir es oben kennen lernten, in die fast ein Vierteljahrhundert dauernde Periode mit hineingenommen wurde, während welcher England durch die Revolutions- und Napoleonischen Kriege noch mehr als sonst von den geistigen Strömungen des Festlandes abgeschnitten und ohnehin mit den Zeitereignissen zu beschäftigt war, um über längst entschwun-

dene Zustände und Persönlichkeiten nachzudenken; und so entwickelte sich, im Gegensatz zur vergötternden Napoleonischen Legende des Festlandes, bei den Engländern die herabwürdigende Friedericianische Legende, welche in MACAULAY's Essay zu so scharf ausgebildeten Krystallen anschoss.

An MACAULAY übte Preussen für die Verunglimpfung seines grossen Königs Vergeltung recht in dessen Sinne. Als gebe es keinen *Essay on Frederick the Great* in der Welt, verlieh 1853 König FRIEDRICH WILHELM IV. auf statutenmässigen Vorschlag dieser Akademie MACAULAY den Orden *pour le Mérite* für Wissenschaften und Künste, welcher, im Anschluss an eine ähnliche Stiftung FRIEDRICH's II. für kriegerische Verdienste gegründet, FRIEDRICH's Namenszug trägt.

Aber FRIEDRICH sollte noch anders gerächt werden. Der Rächer erstand ihm merkwürdiger Weise in MACAULAY's Landsmann und Altersgenossen THOMAS CARLYLE. Zwei mehr verschiedene Naturen als diese beiden Schriftsteller sind im Gebiete der Geisteswissenschaften kaum denkbar.

MACAULAY war vor Allem Künstler, was sich in seiner Art zu studiren wie in seiner Schreibart ausspricht, deren schimmernde Vollendung zuweilen, bei geringerer Tiefe, an's Rhetorhafte streift. Die Bestimmtheit seiner Ziele, die Gegenständlichkeit seiner Darstellung stempeln ihn zum Realisten, wie er denn, im Essay über BACON, den crassesten Utilitarismus predigt. Sein Gesichtskreis ist endlich. Wie sehr man ihn anfangs bewundere, bald wird man seiner Manier müde, und glaubt auch seinen Gehalt erschöpft zu haben.

CARLYLE's seltsam geschraubter, oft ungeheuerlicher Stil deutet sicher nicht auf Gleichgültigkeit gegen die Form, vielleicht ist er sogar das Ergebniss mühsamer Arbeit. Für sein widerspenstig paradoxes Wesen war aber der allgemein menschliche Kanon des Schönen nicht da; das Barocke schwebte ihm vor als das Richtige, wodurch er am besten wirke. Das Halbdunkel seiner Bilder und Motive, die Nebel, in welche seine geistige Aussicht sich verliert, die herbe Unabhängigkeit seiner Meinungen: Alles kennzeichnet den Idealisten. Verband MACAULAY die besten Eigenschaften des französischen mit denen des englischen Prosaïkers, so ist es bedeutungsvoll, dass CARLYLE sich früh von deutscher Geistesart angezogen fühlte, und es zu einer seiner Lebensaufgaben machte, sie seinen Landsleuten näher zu bringen. Im vorigen Jahrhundert pflanzte sich die englische Aufklärung durch VOLTAIRE nach Frankreich fort. Von dort empfing sie Deutschland, und erhöhte durch LESSING ihren Glanz. Zwei Menschenalter später geschah es dann merkwürdigerweise, dass CARLYLE die in England nur noch glimmende Fackel in Deutschland wieder anzündete. Uns, die wir das Licht

nicht ausgehen liessen, erscheint er daher als kein so kühner Bahnbrecher wie vielen Engländern; doch schulden wir ihm verehrenden Dank für das, was er an unserer Litteratur gethan.

Aber der Übersetzer des 'Wilhelm Meister' und englische Biograph Schiller's unternahm es auch, über den grossen Preussenkönig in England richtigere Vorstellungen zu verbreiten. Ohne sich auf Kritik seiner Vorgänger einzulassen, ohne Macaulay zu nennen, entwarf er ein farbenreiches Gemälde von Friedrich's Leben, wobei er von den ersten Anfängen der Hohenzollern in der Mark anhebt, und namentlich auch etwas vom Grossen Kurfürsten erzählt: von der Schlacht bei Fehrbellin, von der Aufnahme der *Réfugiés*. Auch beleuchtet er den immerhin sonderbaren und nicht eben anmuthigen, doch folgerichtigen und Achtung gebietenden Charakter Friedrich Wilhelm's I., aus welchem Macaulay geradezu einen Tollhäusler gemacht hatte. Carlyle's jahrelange ernste Studien zu diesem Buche führten ihn sogar nach Berlin und Potsdam. Doch handelt es sich bei ihm nicht um quellenmässige, methodische Darstellung, sondern um ein halb belletristisches Erzeugniss. Leider gipfeln darin Carlyle's stilistische Absonderlichkeiten, was einen bekannten deutschen Culturhistoriker nicht abhielt, ihn hier sich zum Muster zu nehmen. Weder die politischen noch die kriegerischen Vorgänge in Friedrich's Leben waren übrigens für Carlyle's Feder ein besonders geeigneter Gegenstand. Auch des Königs geistiges Wesen stand ihm im Grunde fern. Bei alledem heben die tiefe Begeisterung und die innere Wahrhaftigkeit, welche das Buch durchdringen, über solche Mängel hinweg, und im Ganzen erhält der Leser einen Eindruck, mit welchem wir zufrieden sein können.

Aber Legenden haben ein zähes Leben. Nur erstaunt man, wenn man gerade den Geschichtschreiber des Rationalismus durch seine Befangenheit in der alten Friedericianischen Legende den Beweis dafür liefern sieht. In Mr. Lecky's 'Geschichte Englands im achtzehnten Jahrhundert', welche gleichsam eine Fortsetzung von Macaulay's Geschichte ist, und deren beide ersten Bände 1878 erschienen, klingt, wenn auch nicht ganz so hart, doch derselbe Ton wieder, wie bei Macaulay. Friedrich heisst wieder Plünderer und Verräther, und überall werden ihm die schlechtesten Beweggründe untergelegt. Beispielsweise wird das Bombardement von Dresden so dargestellt, als sei es nicht eine militärisch gebotene Operation gewesen, sondern eine an der wehrlosen Bevölkerung der Stadt nachträglich genommene 'charakteristische Rache' dafür, dass Friedrich unverrichteter Sache von deren Wällen abziehen musste. Nach Mr. Lecky war Friedrich »im Innersten hart »und selbstsüchtig, und ohne einen Funken von Grossmuth oder Ehre. »Sein einziges Ziel war Vergrösserung des Gebietes, über welches er

»herrschte. Von Vaterlandsliebe (*patriotism*) im höheren und mehr »uneigennützigen Sinne des Wortes, hatte er wenig oder nichts. Alle »natürlichen Neigungen seines Geistes und seine Sinnesart waren fran»zösisch, und wenige Männer scheinen weniger Empfindung für die »edleren Seiten des deutschen Charakters oder für den aufgehenden »Glanz des deutschen Geistes gehabt zu haben.«

Sollte es nicht für den Ausländer rathsamer sein, es den Deutschen zu überlassen, wie sie sich mit Friedrich wegen seiner Stellung zu ihrer Nationallitteratur verständigen wollen? Welches Recht hat Mr. Lecky, hierin empfindlicher zu sein, als Goethe und Schiller, als Hr. Emanuel Geibel oder Hr. Wilhelm Scherer? Übrigens ist es ja wohl abermals in Friedrich's Sinne gehandelt, wenn Mr. Lecky's Pasquill, wie nach des Königs Befehl jenes am Fürstenhaus in der Kurstrasse, 'niedriger gehängt wird, damit man es bequemer lese.'

Glücklicherweise fehlt es uns zuletzt nicht an einem freundlicheren Bilde. Angeregt durch Carlyle's Buch, mit Hrn. Fontane's Schilderungen zum Geleite, begab sich 1872 Mr. Andrew Hamilton nach jener Stätte von Friedrich's kurzem Jugendglück, an welche er in den Stürmen seines Mannes-, den Mühen seines Greisenalters stets mit so viel Zärtlichkeit zurückdachte, wie in seiner Natur lag, nach Rheinsberg. Hier, in den Urzuständen des märkischen Landstädtchens, beschäftigte sich Mr. Hamilton mehrere Monate lang mit Studien über Friedrich's und über des Prinzen Heinrich späteren Aufenthalt daselbst. Nach einem weiteren Besuch in Rheinsberg legte er 1880 die Ergebnisse dieser Studien in einem für uns sehr anziehenden Buche nieder. Mit seltenem landschaftlichem Feingefühl hat Mr. Hamilton den bescheidenen Reiz der märkischen Natur erfasst, den Zauber der umschilften stillen Seen, wo düstere Kiefern sich spiegeln, Reiher nisten, und der Hirsch sein Rudel zur Tränke führt. So ist ihm auch das eigenthümliche Interesse jener Friedericianischen Jugendzeit aufgegangen, für welche ausserhalb unserer Kreise Sinn und Verständniss sonst nicht leicht gefunden werden, und er hat sie in einem geschickt angelegten und künstlerisch umrahmten Bilde liebevoll veranschaulicht. Gern folgen wir ihm von einer geweihten Stelle zur anderen durch die vereinsamten Gänge des Parks, und gedenken der Tage, da geistsprühende Briefe die vergötternde Bewunderung Friedrich's, die geschickten Schmeicheleien Voltaire's zwischen hier und Cirey hin und her trugen.

Auch in einem kleinen Buche von Mr. F. W. Longman in Oxford, *Frederick the Great and the seven Years War*, welches nach Angabe des Verfassers eigentlich für die Schule bestimmt ist, waltet Carlyle's Einfluss vor, und von Macaulay's Essay heisst es darin, dass er mehr

der glänzenden Darstellung wegen zu bewundern, als wegen seiner Zuverlässigkeit zu empfehlen sei.

Voreilige Veröffentlichung der persönlichen Aufzeichnungen Carlyle's erregte bald nach seinem Tode vielfach Missstimmung gegen ihn in der englischen litterarischen Welt. Das einst von ihm auf idealer Grundlage unternommene geistige Befreiungswerk trat zurück in dem mächtigen Umschwunge, der sich im englischen Denken an der Hand naturwissenschaftlicher Erkenntniss seitdem vollzog. Aber die einmal eingeleitete Wirkung seiner positiven Thaten, seiner Verkündung des deutschen Genius, seiner Ehrenrettung unseres Helden unter den Engländern, kann durch die augenblickliche Schmälerung seines Ansehens kaum gehemmt werden.

Carlyle nennt am Schluss seines Buches Friedrich den Letzten der Könige. Das ist zu wenig, und ist doch auch zu viel.

Zu wenig, weil Friedrich neben dem Feldherrn und Herrscher noch der Denker und Schriftsteller war, den geistige Beziehungen uns so nahe bringen, dass er uns fast wie unser Einer erscheint.

Zu viel, weil Friedrich, wie er nicht der erste grosse Fürst seines Hauses war, sondern was er vollbrachte durch den Grossen Kurfürsten vorbereitet fand, auch nicht der letzte blieb. Carlyle schrieb jenes Wort vor 1866; nach 1870, wo er, seiner Lebensrichtung getreu, für Deutschland seine Stimme erhob, hätte er es wohl nicht mehr geschrieben. Was Friedrich vorbereitet, vollendete der dritte grosse Hohenzoller, Kaiser Wilhelm.

Am heutigen Tage liegt es nahe, der Zuversicht Worte zu geben, dass die Reihe der grossen Herrscher aus diesem Geschlechte noch nicht zu Ende sei.

Sodann berichtete derselbe folgendermaassen über die seit der letzten gleichnamigen Sitzung eingetretenen Personalveränderungen:

Der Akademie wurden durch den Tod entrissen: ihr ordentliches Mitglied Justus Olshausen; ihr Ehrenmitglied Graf Rudolph von Stillfried-Rattonitz; die auswärtigen Mitglieder der physikalisch-mathematischen Classe Charles Darwin in Down bei London, Joseph Liouville in Paris, Friedrich Wöhler in Göttingen; das correspondirende Mitglied derselben Classe Theodor Ludwig Bischoff in München; die correspondirenden Mitglieder der philosophisch-historischen Classe Reinhold Pauli in Göttingen, Karl Halm in München, Adolph Friedrich Heinrich Schaumann in Hannover.

Gewählt wurden: zum Ehrenmitgliede Seine Majestät der Kaiser von Brasilien Dom Pedro; zu correspondirenden Mitgliedern der philosophisch-historischen Classe die HH. Ernst Dümmler in Halle, Reinhold Pauli in Göttingen, welcher der Akademie nur wenige Monate angehörte (s. oben), William Stubbs in Oxford, Franz Bücheler in Bonn, Wilhelm Dittenberger und Hermann Keil in Halle.

In Hrn. Olshausen verlor die Akademie einen feingebildeten Sprachkenner, welcher ebenso durch eigene pfadweisende Arbeiten, wie durch sachkundigen Rath und einflussreiche Stellung den morgenländischen Studien in Deutschland ein mächtiger Förderer war.

Ungewöhnlich schwere Verluste erlitten während des verflossenen Jahres die physikalisch-mathematischen Wissenschaften. Ein fruchtbarer und erfindungsreicher Mathematiker, der als Herausgeber einer der bedeutendsten Zeitschriften seines Faches ein Menschenalter lang eine leitende Stellung in der französischen Wissenschaft einnahm; der Chemiker, welcher durch die erste organische Synthese das Trugbild der Lebenskraft zerstreuen half; der Physiologe, der ein uraltes Räthsel der Menschheit löste: solcher Männer Verschwinden hinterlässt tief empfundene, nicht sobald auszufüllende Lücken. Aber den Glanz der Namen Liouville, Wöhler, Bischoff überstrahlt der des ersten Namens auf unserer Todtenliste, Charles Darwin. Fast alle gelehrten Gesellschaften der Welt widmeten ihm einen Nachruf. Diese Akademie fand dazu noch keine Gelegenheit. Es scheint geboten, der Erwähnung seines Ablebens einige Worte hinzuzufügen, zum Zeichen, dass auch wir von der Grösse des Mannes, und von der Trauer über sein Hinscheiden durchdrungen sind.

Neues über ihn zu sagen, wird erst nach längerer Zeit wieder möglich sein, nachdem der Fortschritt der Wisssenschaft neue Gesichtspunkte eröffnete. Besonders dem Redner, der sich an dieser Stelle schon öfter über Darwin äusserte, wird es schwer, nicht in frühere Gedankenwege zurückzufallen: um so mehr, als nothwendig das Urtheil über seine Lehre jetzt noch subjectiv gefärbt bleibt.

Für mich ist Darwin der Kopernicus der organischen Welt. Im sechszehnten Jahrhundert machte Kopernicus der anthropocentrischen Weltanschauung ein Ende, indem er die Ptolemaeischen Sphaeren vernichtete, und die Erde zum Rang eines unbedeutenden Planeten herabdrückte. Er widerlegte so zugleich den Wahn von einem Aufenthalt himmlischer Geister jenseit der siebenten Sphaere, vom sogenannten Empyreum, wenn auch erst Giordano Bruno diese Folgerung zog.

Noch aber blieb der Mensch abseits von den Thieren stehen; nicht bloss, wie natürlich, über ihnen, sondern als ein besonderes, mit ihnen incommensurables Wesen. Hundert Jahre später erklärte

noch Descartes die Thiere für Maschinen; eine Seele habe nur der Mensch. Trotz den unermesslichen Arbeiten der Naturbeschreiber seit Linné, trotz der Wiedererweckung der untergegangenen Thiergeschlechter durch Cuvier. herrschte noch vor fünfundzwanzig Jahren über Entstehung und Zusammenhang der Lebewesen eine Theorie, welche an Willkür, Künstlichkeit und Widersinn es mit jenen Epicykeln aufnahm, die dem Könige Alphons von Castilien den Ausruf entlockten: »Hätte Gott bei »Erschaffung der Welt mich zu Rathe gezogen, ich hätte sie besser »eingerichtet.«

'*Afflavit Darwinius et dissipata est*' wäre mit Hinblick auf diese Theorie eine passende Umschrift für eine Denkmünze zu Ehren der '*Origin of Species*'. Nun entwickelte sich Alles stätig aus wenigen einfachsten Keimen; nun bedurfte es keiner schubweisen Schöpfungen mehr, nur noch Eines Schöpfungstages, an welchem bewegte Materie ward; nun war die organische Zweckmässigkeit durch eine neue Art von Mechanik ersetzt, als welche man die natürliche Zuchtwahl auffassen kann; nun endlich nahm der Mensch den ihm gebührenden Platz an der Spitze seiner Brüder ein.

Man könnte des Kopernicus Lehrjahre in Bologna, sein darauf folgendes Stillleben in Frauenburg mit Darwin's Weltreise auf dem 'Beagle', seiner nachmaligen Zurückgezogenheit bis zum Augenblick vergleichen, wo Mr. Wallace's Hervortreten ihn bewog, sein Schweigen zu brechen. Hier aber endet, zum Glück für Darwin, die Ähnlichkeit.

Mehrere Umstände verbanden sich, um seine That zu ermöglichen, und deren Erfolg zu sichern. Botanik und Zoologie, Morphologie und Entwickelungsgeschichte, Thier- und Pflanzen-Geographie waren so weit gediehen, dass sie allgemeinere Schlüsse verstatteten. Lyell's gesunder Sinn hatte die Geologie von den sie entstellenden Hypothesen gesäubert, und den Grundgedanken des Actualismus in der Wissenschaft eingebürgert. Die alte Lehre von der Erhaltung der Energie war auf neuer Grundlage so gefördert worden, dass an ihrem Faden, wie an dem astronomischer Betrachtung, frühere Zustände des Weltalls in der Idee wiederhergestellt werden konnten, über dessen Dauer man zu ganz anderen Vorstellungen gelangte. Die Lehre von der Lebenskraft war bei näherer Prüfung haltlos in sich zusammengesunken. Einige Jahre zuvor hatte der ungewöhnlich niedrige Wasserstand eines Schweizer Sees zur Entdeckung der Pfahlbauten geführt, aus welcher eine längst im Keime vorhandene Disciplin sich rasch entwickelte, die Praehistorie. Fehlt auch manches Glied der Kette, die Kunde vom Urmenschen ist doch wohl der Anfang der gesuchten Verbindung zwischen ihm und den Anthropomorphen einerseits, andererseits ihren gemeinschaftlichen Progenitoren. Mit Einem

Wort, die Zeit war reif für Verkündung der Abstammungslehre; daher die massenhafte, schnelle Bekehrung zu einer Meinung über die Natur des Menschen, die von der bisherigen mindestens so sehr abwich, wie vom Ptolemaeischen das Kopernicanische System, zu welchem sie die Ergänzung bildet.

Wie anders die Kopernicanischen Geschicke. »Kopernicus,« sagt Poggendorff, »ist und bleibt ein hell leuchtendes Gestirn am Firma»ment der Wissenschaft; allein es ging zu einer Zeit auf, wo der »Horizont noch mannigfach von Nebeln umdüstert war.... Das ptole»maeische Weltsystem war zu alt und stand zu sehr in Ansehen, um »auf einmal verdrängt werden zu können.« Die Kopernicanische Lehre machte daher in den ersten fünfzig Jahren bei den Astronomen wenig Glück, und sogar Tycho Brahe warf sich zu ihrem Gegner auf. Dürfen wir uns wundern, wenn auch Luther sie ablehnte, der Nolaner deren Erweiterung auf dem Scheiterhaufen büsste, Galilei, minder standhaft, gezwungen wurde, sie abzuschwören?

Trotz dem Pessimismus unserer speculativen Philosophen, welche den Fortschritt läugnen zu dem sie nicht beitragen, war Darwin's Loos ein besseres als das des astronomischen Reformators. Während Kopernicus nur mit brechendem Auge noch ein Exemplar seines Buches sah, weil er es, obschon längst vollendet, nicht herauszugeben gewagt hatte, überlebte Darwin das Erscheinen des seinigen um fast ein Vierteljahrhundert. Er war Zeuge der Kämpfe, die anfangs sich um seine Lehre erhoben, ihres wachsenden Erfolges, ihres Triumphes, dem er, glücklich thätig bis zum letzten Tage, durch eine lange Reihe sorgfältig gezeitigter Arbeiten zu Hülfe kam. Während das hl. Officium des Kopernicus Anhänger mit Feuer und Kerker verfolgte, ruht Charles Darwin in Westminster unter seinen Peers, Newton, James Watt und Faraday.

Zum Schluss las Hr. Conze einen Bericht über das unter Führung des Hrn. Ingenieurs Sester von Hrn. Dr. Otto Puchstein im Auftrage der Akademie erforschte Grabdenkmal des Königs Antiochos von Kommagene auf dem Nimrúddagh in Kurdistan (s. oben S. 29), wozu Hr. Kiepert den Entwurf einer Wandkarte zur Verfügung gestellt hatte.

Ausgegeben am 1. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1883.
V.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

1. Februar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

1. Hr. Waitz las: Über die Überlieferung der Annales Bertiniani.

2. Hr. du Bois-Reymond legte eine zweite Mittheilung von Untersuchungen über Reflexe vor, welche Hr. Dr. Moritz Mendelssohn im physiologischen Institut zu Erlangen angestellt hat.

Beide Mittheilungen folgen umstehend.

Über die Überlieferung der Annales Bertiniani.

Von G. Waitz.

Als Pertz im ersten Bande der SS. die für die Geschichte des neunten Jahrhunderts so überaus wichtigen Annalen herausgab, deren grösseren Theil kein geringerer als der Erzbischof Hincmar von Reims verfasst hat, die aber nach der Herkunft der von dem ersten Herausgeber Duchesne benutzten Handschrift aus dem Kloster St. Bertin als Bertiniani bezeichnet wurden und diesen Namen wohl hauptsächlich deshalb bewahrt haben. weil offenbar mehrere Verfasser an denselben thätig waren. wenigstens einer aber mit keinerlei Sicherheit erkannt und benannt werden kann, stand ihm keine Handschrift zu gebote. Er versuchte den, wie er bemerkte. vielfach verderbten Text mit Hülfe abgeleiteter Quellen, namentlich der Fortsetzung des Aimoin, die einen bedeutenden Theil des Werkes fast wörtlich in sich aufgenommen, zu verbessern, ging aber in seinen Änderungen wohl nicht selten über das rechte Maass hinaus. Später fand er eine Handschrift in Brüssel (jetzt No. 6439—6451) und theilte SS. II die wichtigsten ihrer Lesarten mit, die dann fast überall den Text Duchesne's bestätigten, an einigen Stellen nur noch weitere Verderbnisse zeigten. Von Wichtigkeit ist hauptsächlich nur, dass eine im Codex von St. Bertin fehlende, wie sich neuerdings gezeigt hat, später ausradierte Stelle (im J. 843 bei der Verduner Theilung) sich hier erhalten hat. Dass sie auch bei Duchesne fehlt, ist zugleich ein Beweis, dass er eben diesen Codex benutzt hat, wie schon Pertz gegen die Annahme von Lebeuf, der dem Codex in den Schriften der Pariser Akademie[1] eine eigene Abhandlung widmete, ausgeführt hat, nicht etwa den jetzt Brüsseler, der früher im Besitz des Jesuitencollegiums zu Antwerpen war. Seitdem hat sich der Codex von St. Bertin in der Stadtbibliothek zu St. Omer, No. 706, wiedergefunden, wo ihn Bethmann im J. 1841 einsah (Arch. VIII, S. 80. 414), der auch eine genauere

[1] Histoire de l'académie des inscriptions XVIII (1753), S. 274 ff.

Beschreibung in Aussicht stellte, die jedoch weder veröffentlicht noch unter den Papieren der Monumenta Germaniae vorgefunden ist.[1]

Dagegen benutzte ihn Dehaisnes bei einer neuen Ausgabe, die im J. 1871 für die Société de l'histoire de France unternommen ward, aber in keiner Weise den Anforderungen der Kritik genügte, wie Besprechungen von Monod in der Revue critique (1872 No. 16) und von mir (Gött. Gel. Anz. 1873 No. 1) näher dargethan haben. Als daher im J. 1875 Dr. Heller noch einmal die Bibliotheken des nördlichen Frankreichs für unsere Arbeiten besuchte, veranlasste ich ihn eine genaue Collation dieser Handschrift, von der inzwischen die Brüsseler als blosse Abschrift erkannt war,[2] vorzunehmen. Auf der vorjährigen Plenarversammlung der Centraldirection der Monumenta Germaniae ward beschlossen, eine Octavausgabe dieser Annalen zu veranstalten, die selbstverständlich zunächst die Resultate dieser Collation zu verwerthen hatte. So manche erhebliche Verbesserungen des Textes sie aber auch ergab, doch zeigten sich noch immer erhebliche Schwierigkeiten bei der Herstellung desselben, über die ich mir erlaube hier einige Bemerkungen mitzutheilen.

Die Handschrift ist, wie ein mir vorliegendes Facsimile zeigt, gleichmässig und schön in der zweiten Hälfte des zehnten Jahrhunderts geschrieben, jedenfalls nicht früher, da dieselbe Hand am Schlusse eine Urkunde des Erzbischofs Odelrich und des Clerus von Reims hinzufügt; jener hatte die Würde in den Jahren 962—969 inne. Diese Urkunde lässt darauf schliessen, dass die Handschrift selbst aus Reims stammt,[3] oder die, dann jedenfalls fast gleichzeitige, Copie eines damals hier vorhandenen Codex ist, in dem einen wie in dem andern Fall vielleicht Abschrift des Originals Hincmars, dem später jene Urkunde hinzugefügt war.

In dem Codex, der übrigens früher mit einer anderen Nummer 697 ein Ganzes ausmachte und auch andere historische Werke enthält, Eutrop, Marcellin, das Verzeichnis Gallischer Provinzen, Gregor von Tours, Fredegar — so dass die Annalen, deren erster Theil wesentlich nur eine Abschrift der grossen Reichsannalen aus der Zeit Karl des Grossen und Ludwig des Frommen (der sogenannten Annales Laurissenses majores) ist, als Fortsetzung eines umfassenden historischen Sammelwerks erscheinen, — sind zwei Hände zu unterscheiden, von

---

[1] Kurz beschrieben ist der Codex in dem Catalogue des bibliothèques des départements III, S. 309.

[2] Monod S. 247 hat es ohne ausreichenden Grund bezweifelt.

[3] Dies hat schon Lebeuf bemerkt, der dafür auch geltend macht, dass sich am Rande des J. 789 der Ann Laur. maj. die Bemerkung findet: *Hoc vero anno, ut computatum est, depositio fuit domni Tilpini archiepiscopi 3. Nonas Septembris.*

denen die eine aber nur zwei Lagen (jetzt e und f), die andere den Haupttheil des Bandes schrieb[1] und einige Zusätze und Änderungen in Lage f machte, wo der erste selbständige Theil der Bertiniani beginnt. Nicht selten sind überall gleichzeitig, wie es scheint von den Schreibern selbst, einzelne Worte corrigiert, offenbare Schreibfehler oder auffallende Orthographie berichtigt.

Anderes aber ist stehen geblieben, was Anstoss erregen muss. Beide Schreiber scheinen so nachlässig zu werke gegangen zu sein, wie man es in dieser Zeit, bei einem im ganzen äusserlich gut, fast elegant geschriebenen Codex nicht gewohnt ist. Nicht bloss dass häufig Silben ausgefallen sind (*iumentis* st. *iuramentis; fariae* st. *nefariae; conscientium* st. *consencientium; mansiaticos* st. *mansionaticos; Ansigisicut* st. *Ansigisi sicut*), auch gröbere Entstellungen finden sich: um nur einzelnes anzuführen ein *ideo* für *Imino,* ein unverständliches *bretotiam,* das Pertz in *fere totam* emendiert hat; nicht selten fehlen Worte, die durchaus in den Zusammenhang gehören, gleich zu Anfang in einem Zusatz zu den Ann. Laur. maj. bei der Nachricht über die Maassregeln Pippins mit dem Kirchengut das entscheidende Verbum, das ohne Zweifel mit *reddidit* zu ergänzen ist, während andere das gerade Entgegengesetzte, *abstulit,* haben verstehen wollen. Mitunter könnte es scheinen, als sei dictiert und dadurch eine Schreibung herbeigeführt worden, wie *dumnus, umnia* (die dann corrigiert sind), *quando* für *quanto, Lemoficum, asportarum* f. *asportarunt*, *properavi* f. *properavit.* Doch spricht anderes dagegen, wenn man nicht annehmen will, dass der Dictator falsch gelesen hat; denn manche Fehler beruhen offenbar auf unrichtiger Entzifferung der Vorlage; so steht *a* für *ti* (*Gemeacum* f. *Gemeticum*), *ti* f. *u* (*loctilis* f. *loculis*) und *n* (*stretinui* f. *strennui,* woraus die Ausgabe, indem das *s* zum vorhergehenden Worte gezogen ward, *trecitini* gemacht, was Pertz mit *triceni,* Dümmler mit *tricentini* erklären wollte); *n* für *ri* (*Coesani* f. *Caesarii*), *m* für *in* (*Remisburg* f. *Reinesburg*, und in Namen öfter). Wiederholt sind *idem* und *id est* (*id* ÷) verwechselt. In Namen wird die Folge der Buchstaben vertauscht (*Gaulacra* f. *Gualacra; Blatfridus* f. *Baltfridus* u. dgl.). Anderes erscheint nicht sowohl als Fehler denn als Eigenthümlichkeit der Schreibung, wie die Neigung Verdoppelung von Buchstaben zu vermeiden; *mitere, pelix, teritorium, ecclesis* f. *ecclesiis.* Einzeln begegnet

---

[1] Mit Unrecht lässt Lebeuf oder sein Gewährsmann, der damalige Bibliothekar von St. Bertin, die zwei Quaternionen von anderer Hand erst im 11. Jahrhundert einfügen, da Heller bemerkt, dass sich in ihnen Correcturen von der des übrigen Codex finden. Auch hat dieser nicht angegeben, dass mit dem Jahre 873, wie es dort heisst, eine andere Hand beginne. — Der Katalog setzt die ganze Handschrift zu spät ins 11. Jahrhundert.

g für *c*, *Frangonofurt* neben dem regelmässigen *Franconofurt, indigtio.* — Als orthographische Eigenheit mag auch das nicht seltene *i* für *e* gelten: *praedistinatio* und ähnlich, *conquiritur* f. *conqueritur;* dagegen gehört *conduxit* wiederholt für *condixit*, einmal selbst durch Correctur hineingebracht, kaum hierher. Noch weniger *cohibere* f. *conivere*, das schon bei Ducange als mittelalterliche Form nachgewiesen ist.

Eben bei diesen Schreibungen beginnt die Frage, wie viel vielleicht schon dem Urcodex, d. h. den Verfassern, angehört. Selbst gröbere Fehler kann man geneigt sein theilweise auf ihn zurückzuführen oder aus ihm zu erklären. Hincmar hat seine Aufzeichnungen bis nahe an seinen Tod fortgesetzt, wie Noorden wohl mit Recht hervorgehoben (Hincmar S. 401), als er vor den Normannen flüchtig Reims verlassen musste, 'das Pergament, dem er seine Nachrichten anvertraute, mit sich geführt'. Es ist begreiflich, dass das Original oft flüchtig, wenig deutlich, auch fehlerhaft geschrieben war, und der Abschreiber manches aus seiner Vorlage übernahm oder durch sie zu Fehlern veranlasst ward.

Die Frage wird wichtiger, wenn wir uns zu grammatischen Erscheinungen wenden. In dem ersten Theil der Annalen sind manche Barbarismen, Deponentia und Activa statt Passiva, Vertauschungen der Zeiten und andere Unregelmässigkeiten, die auch Duchesne's Ausgabe bewahrt hatte, von Pertz hervorgehoben. Ähnliches findet sich aber auch in den späteren Theilen, und wenn wir der Handschrift folgen, noch in vielen anderen Fällen, während man doch wenig geneigt sein wird, einem Manne wie dem Bischof Prudentius von Troyes, dem Verfasser des zweiten Theils, um die Mitte des neunten Jahrhunderts, in der Blüthezeit der unter Karl dem Grossen neubelebten Studien, eine mangelhafte Kenntnis der Lateinischen Grammatik zuzutrauen, vollends bei Hincmar, einem der gelehrtesten Männer des Jahrhunderts, glauben mag wenigstens gegen grobe Fehler geschützt zu sein. Doch hat schon Ebert (Gesch. der Literatur II, S. 367) gemeint, er stehe in der Darstellung gegen Prudentius zurück, dessen Stil er klar und für jene Zeit correct nennt; er bezeichnet Hincmar (S. 247) als einen 'Mann viel mehr der That als der Feder, so viel er auch geschrieben hat'.

Ich bemerke hier, dass ich nicht auf die Frage eingehe, ob Hincmar sachlich etwas an dem Werk seiner Vorgänger, namentlich, wie man angenommen hat, dem des Prudentius geändert hat. Ich halte mich durchaus an die sprachliche Seite.

Da finden sich schon in den bisherigen Ausgaben Formen wie *tultis*, oder Verbindungen wie *sancta pascha*, *sanctum quadragesima.* Weiteres aber muthet uns die Handschrift zu: *idem fluvium* wiederholt, *censum quod* und anderes der Art.

Alle drei Abschnitte der Annalen geben Belege für die im Mittelalter häufige Verbindung eines Ablativ und Accusativ bei Participalsätzen (Vermischung des Accusativus und Ablativus absolutus, wie es MOMMSEN, Jord. S. 179, nennt), hier meist in der Weise, dass das Particip im Accusativ steht. Daran reihen sich Fälle, wo auch sonst das zu einem Substantiv gehörige Particip oder Adjectiv nicht in dem gleichen Casus gesetzt ist: *debitam subiectione, imaginem fixa, cum validiori manum;* was doch in dieser Zeit kaum als orthographische Willkür angesehen werden kann. Ungehörige Casus finden sich auch bei Praepositionen, meist so dass der Accusativ vordringt: *in Italiam degeret, in alienas (parrochias) demoratur; a gradum;* aber auch: *attulerunt in conventu.* Einige Male ist ein Genitiv gesetzt, wo man einen Dativ erwarten sollte. Noch auffälliger sind Stellen, wo *ad* mit dem Accusativ steht, der Zusammenhang aber durchaus *a* fordert (872: *ad Burgundiam ad Gondulfi-villam . . . . revertitur*). Alles dies ist ja in Denkmälern der Merovingischen Zeit ganz regelmässig, zum Theil auch schon der spätesten Römischen Zeit nicht fremd; auch Handschriften des neunten Jahrhunderts bieten Beispiele in reicher Fülle. Die Frage ist hier nur, was dem Schreiber des Codex und was den Verfassern angehört. So geneigt ich bin jenem zu folgen, so glaube ich doch, dass kaum ein ganz consequentes Verfahren sich wird durchführen lassen.

Da handelt es sich darum, ob nicht weitere Hülfsmittel zur Feststellung des Textes zu gebote stehen. Die Brüsseler Handschrift kann dafür nichts austragen, da sie, wie bemerkt, eine blosse Copie ist mit allen Fehlern des Originals; hätte sie einmal verbessert, so wäre das eben nur Willkür des Schreibers ohne jede Autorität.

Dagegen kommen wohl in Betracht einmal die Ableitungen, von denen schon die Rede war, sodann bei einer Anzahl von wichtigen Actenstücken, die Hincmar in seine Annalen aufnahm, eine von ihm unabhängige Überlieferung, namentlich in einer Handschrift die SIRMOND und BALUZE, später PERTZ in Paris (No. 4761) benutzten, während sie jetzt durch bekannte Manipulationen in die Bibliothek des Lord ASHBURNHAM (Barrois 146. 73) gelangt ist. Doch ergeben sich auch hier mancherlei Bedenken, und die Sache bedarf noch einer näheren Erörterung.

Von erheblicher Wichtigkeit ist zunächst eine Handschrift in Douai, die PERTZ noch unbekannt war, von DEHAISNES nicht ohne Erfolg, aber ohne ausreichende Kritik benutzt worden ist. Sie enthält eine Chronik des Klosters St. Vaast, und hat grosse Stücke der Annales Bertiniani, sowie fast vollständig die Ann. Vedastini in sich aufgenommen (abgesehen von diesen und einigen anderen grösseren Ent-

lehnungen ist das Werk zuerst SS. XIII gedruckt). Allerdings hat der Chronist sich manche Willkürlichkeiten erlaubt und DEHAISNES' Verfahren, den Text wesentlich auf dieser Grundlage zu gestalten, musste zu manchen Entstellungen führen, wie ich früher (Gött. Gel. Anz. a. a. O.) hervorgehoben habe. Schon damals aber erkannte ich an, dass sich auch Verbesserungen hier gewinnen, namentlich Lücken der Handschrift mit Hülfe der Chronik ausfüllen lassen. Dies beweist dann, wie auch schon MONOD angenommen (Revue critique 1872, S. 247), dass die in der Chronik benutzte Handschrift unabhängig war von dem Codex von St. Bertin, und keinenfalls identisch mit dem jetzt in Brüssel befindlichen, der aus St. Vaast stammt (Arch. VIII, S. 501), eine Annahme, die durch das Verhältnis des Textes der hier ebenfalls befindlichen Annales Vedastini vollständig bestätigt wird (vgl. SS. XIII, S. 233). Ist dies aber der Fall, so ist es wieder bemerkenswerth, dass der Text der Chronik doch nicht selten selbst in auffälligen Dingen mit dem Codex übereinstimmt, diese also jedenfalls eine Stufe höher hinauf, wenn nicht auf das Original selbst zurückgehen. Das Letztere kann als wahrscheinlich gelten bei Formen wie *agebat* für *ajebat*, Verbindungen wie *capud jeiunium*, *Pippini exspectare*, vielleicht auch jenem *conduxit* für *condixit*, ist aber ausgeschlossen, wenn *perfide* für *Perside*, *hisentiaco* für *in Sentiaco* und dergl. geschrieben ist. Gleichwohl gewährt die Vergleichung dieses Textes, soweit er reicht, der Ausgabe eine höhere Sicherheit, und es ist zu bedauern, dass die Handschrift schon mit dem Jahre 844 abbricht, da ein Quaternio, der die Fortsetzung enthielt, verloren ist und später die Vedastini statt der Bertiniani zur Fortführung des Werkes benutzt sind (SS. XIII, S. 708 N.).

Ein zweites Hülfsmittel, das für diese ersten Jahre in Betracht kommen kann, stand mir jetzt nicht zu gebote. Die Annales Mettenses sind bis zum Jahre 837, also bis in den Anfang des dem Prudentius angehörigen Theils, nach dem Zeugnis DUCHESNE's[1] eine Abschrift der Bertiniani. Wegen dieser Übereinstimmung hat aber der erste Herausgeber beider Werke es nicht für nöthig gefunden, den betreffenden Theil zweimal abdrucken zu lassen, und bisher ist auch die einzige in Cheltenham befindliche Handschrift hierfür nicht verglichen worden. Es muss also dahingestellt bleiben, ob ein paar auffallende Abweichungen DUCHESNE's von dem Codex Bertinianus vielleicht hierauf zurückzuführen, und wenn es der Fall, ob sie als Verbesserungen unserer Annalen zu betrachten sind. An einer Stelle (836), wo die Handschrift liest: *de episcopis atque comitibus .... ut eis sedes propriae*

[1] III, S. 300.

redderentur, DUCHESNE aber: *ut eis et sedes propriae et comitatus ac beneficia seu res propriae*, mag man geneigt sein dies anzunehmen. Allerdings könnten die hinzugefügten Worte eine Ergänzung des Herausgebers sein, da *sedes propriae* nur zu *episcopis*, nicht auch zu *comitibus* passt. Doch ist eine solche Verbesserung nicht im Charakter der Edition, welche sonst die Handschrift mit viel auffälligeren Fehlern getreu wiedergegeben hat[1]; und leicht mochte allerdings ein Abschreiber die Worte von dem einen *propriae* bis zum folgenden überspringen. Auffälliger ist eine andere Stelle, auf die ich schon früher (Gött. Gel. Anz. a. a. O. S. 7) aufmerksam gemacht habe. In der berühmten Erzählung von dem Zusammentreffen Ludwig des Frommen mit seinem Sohn Lothar und dem Papst auf dem später sogenannten Lügenfelde im Jahre 833 fehlen die Worte *Rotfelth id est rubeus campus* in der Handschrift (und ebenso in der Chronik von St. Vaast), indem nach *dicitur* eine Lücke gelassen ist, dann am Rand von der Hand des einen Schreibers hinzugefügt ward: *juxta Columb(urc), qui deinceps campus mentitus vocatur*, was jetzt grossentheils abgeschnitten ist, sich aber in der Brüsseler Handschrift und zwar im Text erhalten hat (SS. II, S. 193). Haben die letzten Worte in das Chron. Vedastinum keine Aufnahme gefunden, so wird man sie allerdings nicht mit Sicherheit für den ursprünglichen Text der Annalen, aber doch als alte Überlieferung, die durch andere Zeugnisse bestätigt wird (DÜMMLER, Gesch. d. Ostfr. Reichs I, S. 81; SIMSON, Jahrb. Ludwig d. Fr. II, S. 45), in Anspruch nehmen. Aber die Worte *Rotfelth id est rubeus campus* als frühere Bezeichnung des Ortes entbehren bisher aller handschriftlichen Begründung und werden also bis auf weiteres aus unseren geschichtlichen Darstellungen verschwinden müssen. Es ist mir auch nicht gelungen, ein späteres Zeugnis für den Namen zu finden; die einzige Möglichkeit scheint also, dass DUCHESNE die Worte in den Ann. Mettenses las und auf die Bertiniani übertrug, wohin sie jedenfalls nicht gehören. Auf dieselbe Weise verfuhr er, wohl mit besserem Recht, bei einigen Stellen des Jahres 875, von denen gleich die Rede sein soll.

Wenig oder keine Ausbeute gewährt das Chronicon de gestis Normannorum in Francia, das fast ganz aus Auszügen der Annales Bertiniani und Vedastini besteht. Der Verfasser hat seine Vorlagen häufig abgekürzt und wahrscheinlich die Brüsseler Handschrift benutzt (diese ändert 881 *monasterium nostrum* in *mon. Sitdiu;* SS. II, S. 198; vgl. XIII, S. 293; was PERTZ, SS. I, S. 532, mit Unrecht dem Autor zuschrieb). Dass die Compilation in dem benachbarten St. Omer

[1] An einer anderen Stelle (842), wo DUCHESNE in den Worten *nativitatis Domini festum celebraturus* einschiebt: *et apparitionis*, scheint es allerdings nur nach der Analogie anderer Jahre geschehen zu sein.

gemacht, ist nach einer anderen Stelle wahrscheinlich, die Zeit ganz unbestimmt.

Für den zweiten Theil kommt dagegen die schon von Duchesne und Pertz benutzte Fortsetzung des Aimoin wesentlich in Betracht, die aus einer Compilation älterer Werke besteht, und vom Jahre 869 an die Ann. Bertiniani (d. h. hier Hincmars Arbeit) fast vollständig in sich aufgenommen hat. Im Kloster St. Germain bei Paris im 12. Jahrhundert geschrieben (das Original ist jetzt in der Pariser Nationalbibliothek, No. 12711; vergl. Arch. XI, S. 314 ff.) giebt sie wohl den Wortlaut der Annalen im ganzen getreu wieder; doch hat der Schreiber den ihm vorliegenden Text mit einer gewissen Freiheit behandelt, die Sprache geglättet, einzelne Worte zum besseren Verständnis eingefügt, so dass man immer in Zweifel sein muss, wie weit man ihm gegen die handschriftliche Überlieferung folgen darf. Das hat Pertz auch keineswegs verkannt, und häufig nur die Lesarten der Cont. in den kritischen Noten oder, um wohl die Aufmerksamkeit besser auf sie zu lenken, am Rande angegeben: mitunter aber doch zu sehr sich der correcteren Fassung, noch dazu einer mangelhaften Ausgabe, des Continuators im Text selbst angeschlossen. Einzelnes aber, das dieser bietet, findet anderswo Bestätigung. Hincmar fügt bekanntlich seinen Annalen eine Reihe wichtiger Actenstücke zur Geschichte der Zeit ein, und diese sind, wie schon bemerkt, wenigstens theilweise auch sonst erhalten. In einem derselben, dem Conventus Furonensis vom Jahre 878 liest die Cont. mit der Handschrift *purprisum*, wo der Cod. Bert. *usurpatum* hat, *discupiat*, wo dieser *non velit* schreibt. Offenbar sind hier die alten Rechtsausdrücke im Bert. beseitigt; dass das aber schon von Hincmar geschehen und der Continuator sie dann wieder aus dem Original hergestellt habe, ist natürlich in keiner Weise denkbar.

Ich bemerke, dass auch sonst die Vergleichung dieser Actenstücke mit ihrer anderweiten Überlieferung zu einigen Verbesserungen des Textes Gelegenheit giebt, während sie doch im grossen und ganzen den Codex nicht in so ungünstigem Licht erscheinen lässt, wie man nach den angeführten Beispielen erwarten sollte.

Um so auffallender ist, dass der Text dem Continuator gegenüber wiederholt grössere Lücken zu haben scheint. Dass dieser manches hinzugesetzt hat, was sein Kloster oder die nächste Umgebung betrifft, kommt dabei natürlich nicht in Betracht; dies scheidet sich leicht als Zusatz aus. Anderes aber fügt sich so der Erzählung ein, ergänzt und vervollständigt sie in solcher Weise, dass man an der ursprünglichen Zugehörigkeit nicht zweifeln kann und Pertz Recht geben muss, wenn er es in seine Ausgabe aufgenommen hat. So z. J. 870: *et Compendium venit:* die Worte: *ibique pascha celebravit. Indeque mense*

Majo ad Attiniacum palatium venit, wo der Anlass des Fehlers deutlich zu tage liegt. Etwas zweifelhafter kann man bei ein paar längeren Stellen der J. 875 und 876 sein, von denen zwei sich hauptsächlich auf die Richildis, Gemahlin Karl d. K., beziehen, eine dritte auf den Tod der Emma, Gemahlin Ludwig d. D.; hier könnte man immerhin vermuthen, dass dem Continuator noch eine andere Quelle zu gebote gestanden habe, zumal der Text, wenn die Sätze ausfallen, gerade keine Störung erleidet. Doch enthalten sie so genaue Daten und entsprechen auch dem Charakter der Annalen in diesem Theil so sehr, dass sie nur einem Zeitgenossen angehören können, und man also allen Grund hat, sie als Hincmar's Eigenthum in Anspruch zu nehmen, wie sie denn auch schon von Duchesne seiner Ausgabe eingefügt sind. Vielleicht waren sie in dem Original nachträglich zugeschrieben und entgingen so der Aufmerksamkeit des Abschreibers. Dagegen trage ich aber Bedenken, dasselbe, wie Dümmler (Gesch. d. Ostfr. Reichs II, S. 207, N.) will, auch auf die Worte auszudehnen, mit denen der junge König Ludwig von Frankreich bei seinem Tode 882 in der Continuatio bedacht wird: *vir plenus omnibus immunditiis et vanitatibus.* Es liegt nicht in der Art Hincmar's über einen König so scharfe Worte auszusprechen, und, möchte ich hinzufügen, auch nicht im Charakter des Schreibers der Handschrift von St. Bertin gerade ein solches Urtheil zu unterdrücken. Hat dieser vielfach gesündigt, so aus Nachlässigkeit, nirgends, soweit sich erkennen lässt, aus Tendenz; und immer werden wir ihm zu grossem Dank verpflichtet sein, dass er uns eins der bedeutendsten Geschichtswerke des Mittelalters überhaupt erhalten hat, das man wohl im zehnten Jahrhundert, wie eine vereinzelte Benutzung des Flodoard und das Zeugnis des Richer zeigen, noch in Reims besass und schätzte, das aber hier ebenso wie die Handschriften, die man in St. Germain und Metz gehabt haben muss, verloren gegangen ist.

Untersuchungen über Reflexe.

Im physiologischen Institut zu Erlangen angestellt

von Dr. Moritz Mendelssohn
aus St. Petersburg.

Zweite Mittheilung.

Erlangen, 20. Januar 1883.

Im Verfolg meiner Untersuchungen[1] habe ich in einer zweiten Versuchsreihe den Einfluss von Halb- und Ganzschnitten durch die unteren Theile des Rückenmarks auf das Zustandekommen der Reflexe festgestellt. Der Reiz wurde, wie in der ersten Versuchsreihe, stets an der rechten unteren Extremität angebracht. Die Schnitte durch das Rückenmark wurden an drei Stellen geführt: 1. etwa 1—2^{mm} unterhalb des Ursprungs der Armnervenwurzeln; 2. etwa in der Mitte zwischen dieser Stelle und dem Ursprung der Nerven für die untere Extremität; 3. etwa 1—2^{mm} oberhalb des Ursprungs der Nervenwurzeln für die untere Extremität. Die Ergebnisse waren folgende:

Durchtrennt man das Rückenmark mittels eines kleinen spitzen Messerchens quer zur Hälfte, indem man letzteres möglichst genau in der Mittellinie einsticht und nach rechts herausführt, so sieht man unmittelbar nachher, dass alle Reflexe ungemein erschwert sind, wie dies auch schon in unserer ersten Versuchsreihe bei den hohen Schnitten bemerkt wurde. Diese erste Wirkung verliert sich in der Regel im Verlaufe von 15—20 Minuten, und es bleiben dann dauernde Wirkungen, von welchen allein im Folgenden die Rede sein soll. Auch diese letzteren Wirkungen verlieren sich für einzelne Fälle im Verlauf einer Stunde ganz oder theilweise, während der Einfluss auf gewisse Reflexe constant bleibt, wie in den folgenden Sätzen näher ausgeführt wird.

[1] S. diese Sitzungsberichte, 1882. St. XL. S. 897. — Ich erlaube mir bei dieser Gelegenheit einen dort stehen gebliebenen Irrthum zu berichtigen. Die Vergiftung geschah nicht, wie es dort heisst, mit salzsaurem, sondern mit salpetersaurem Strychnin.

A. Halbschnitte auf der gereizten Seite.

7. Wird der Schnitt dicht unterhalb des Abgangs der Armnerven geführt, so bewirkt er eine geringe Schwächung der Reflexe in der linken oberen und in der linken unteren Extremität, eine sehr starke Schwächung der Reflexe in der rechten oberen Extremität; derselbe hat gar keinen Einfluss auf die (gereizte) rechte untere Extremität.

8. Ein Halbschnitt in der Mitte des Dorsaltheils des Rückenmarks wirkt ähnlich wie der vorige, nur ist die Wirkung im Allgemeinen schwächer ausgeprägt als im vorigen Fall.

9. Ein Halbschnitt in der Nähe des Ursprungs der Nerven für die untere Extremität (etwa 2^{mm} oberhalb desselben) bewirkt eine sehr bedeutende Schwächung der Reflexe in dieser Extremität, eine nur unbedeutende in den drei anderen Extremitäten. Wird der Schnitt noch tiefer geführt (1^{mm} etwa oberhalb des Ursprungs der Wurzeln), so ist die Schwächung des Reflexes in der gereizten unteren Extremität noch beträchtlicher und dieser kann sogar ganz ausfallen, während die Reflexe auf die drei anderen Extremitäten nur geschwächt sind.

B. Halbschnitte auf der der Reizung entgegengesetzten Seite.

10. Dieselben haben gar keinen Einfluss auf die Reflexe in der gereizten unteren und in den beiden oberen Extremitäten, dagegen bewirken sie eine sehr bedeutende Schwächung der Reflexe in der unteren Extremität der entgegengesetzten Seite, d. h. der Seite, wo der Schnitt geführt ist.

C. Querschnitte durch den Dorsaltheil.

11. Schneidet man das Rückenmark zwischen den Abgangsstellen der Arm- und der Beinnerven quer durch, so ist natürlich das Zustandekommen der Reflexe in den oberen Extremitäten ganz unmöglich. Ausserdem ist aber auch der Reflex in der linken unteren Extremität sehr geschwächt, während der in der gereizten Extremität unverändert bleibt. Ist jedoch der Schnitt sehr nahe dem Abgang der Nerven für die unteren Extremitäten geführt, dann sind die Reflexe in beiden unteren Extremitäten sehr geschwächt und können selbst bei den stärksten Reizen ganz fehlen.

Dieser Erfolg tritt aber nur dann sicher ein, wenn wirklich das Rückenmark vollständig quer durchtrennt ist. Bleibt selbst nur ein kleiner Theil des Rückenmarks seitlich stehen, so ist die Leitung der Reflexe nach den oberen Extremitäten nicht unterbrochen.

Die Frage, welche histologischen Theile des Rückenmarks in diesem Falle die Leitung besorgen, werde ich einer besonderen Untersuchung unterwerfen und die Ergebnisse später mittheilen.

12. Längsschnitte (Sagittalschnitte) durch das Rückenmark von etwa 2^{mm} unterhalb der Spitze des Calamus scriptorius bis zum Abgang der Wurzeln für die unteren Extremitäten haben gar keinen Einfluss auf das Zustandekommen der Reflexe.

Auch die hier mitgetheilten Versuchsergebnisse sprechen ebenso wie die in unsrer ersten Mittheilung aufgeführten für die Richtigkeit des von Hrn. ROSENTHAL aufgestellten Satzes, dass die normalen Reflexe in dem obersten Abschnitte des Rückenmarks zu Stande kommen. Sie liefern aber zugleich die Grundlage für die Erforschung der Leitungsbahnen, welche diese reflexerzeugende Stelle mit den ein- und austretenden Nervenbahnen der peripherischen Nerven verbinden. Ich bin mit der weiteren Verfolgung dieser Seite der Frage beschäftigt und werde mir erlauben, über die Ergebnisse meiner Versuche in der Folge weiter zu berichten.

Ausgegeben am 8. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1883.
VI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

8. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. du Bois-Reymond. (i. V.)

1. Hr. Beyrich legte eine Mittheilung des Hrn. Prof. Dames über eine tertiäre Wirbelthierfauna von der westlichen Insel des Birket-el-Qurūn im Fajum (Aegypten) vor.

2. Hr. Eichler legte einen Bericht des Hrn. von Heldreich, Directors des botanischen Gartens zu Athen, über die von ihm mit Unterstützung der Akademie im vorigen Sommer in Thessalien unternommene botanische Forschungsreise vor.

3. Hr. Peters machte eine Mittheilung: Über Mantipus und Phrynocara, zwei neue Batrachiergattungen aus dem Hinterlasse des Reisenden J. M. Hildebrandt von Madagascar.

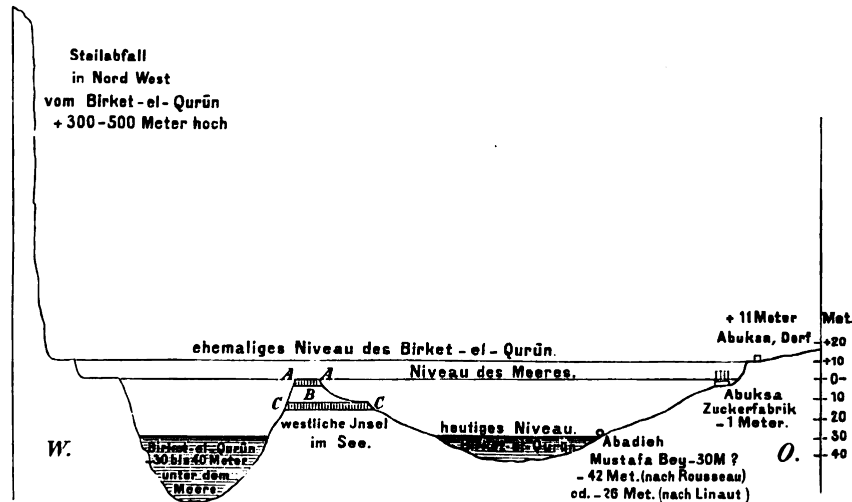
Alle drei Mittheilungen folgen umstehend.

Über eine tertiäre Wirbelthierfauna von der westlichen Insel des Birket-el-Qurūn im Fajum (Aegypten).

Von W. Dames.

Hierzu Taf. III.

Unter den von Hrn. Prof. Dr. Schweinfurth im Jahre 1879 gesammelten und dem Königl. mineralogischen Museum der hiesigen Universität übersendeten Versteinerungen befindet sich eine Reihe von Wirbelthierresten, welche zugleich mit Mollusken und Corallen aus Tertiärschichten der westlichen Insel des Birket-el-Qurūn im Fajum herstammen. Die geologischen Verhältnisse dieser Insel erläutert eine handschriftliche Skizze Schweinfurth's, welche verkleinert in beistehendem Holzschnitt wiedergegeben ist.



Nach den auf dieser Skizze vorhandenen Angaben hat der Birket-el-Qurūn heute einen 30—40^{m} unter dem Mittelmeerniveau liegenden Spiegel, über welchen sich die westliche Insel um dieselbe Meterzahl erhebt, so dass ihre Oberfläche gerade im Mittelmeerniveau liegt. Das

westliche Ufer des See's steigt steil zu 300—500^{m} an, während sich das östliche sanft bis circa 20^{m} über das Mittelmeer erhebt. — In dem über dem jetzigen Seespiegel hervorragenden Theil der Insel unterscheidet Schweinfurth drei petrographisch und palaeontologisch charakterisirte Schichten.

1. Die untere Schicht (*C*) besteht aus einem grauen Mergelthon mit wulstigen, gekrümmten, möglicherweise von Spongien herrührenden Ausscheidungen und unbestimmbaren Mollusken-Steinkernen (von Schweinfurth handschriftlich als »Hörnermergel« bezeichnet).

2. In der mittleren Schicht (*B*) wurden die sämmtlichen unten näher zu besprechenden Cetaceen- und Fischreste zugleich mit Corallen und Gastropoden, letztere meist aus Turritellen mit erhaltener Schaale bestehend, gefunden. — Die Grenze zwischen dieser und der oberen Schicht (*A*) wird durch eine Austern-reiche Lage gebildet.

3. Die obere Schicht enthält in einem braunen, eisenschüssigen Gestein zahlreiche Cardien und andere Mollusken, meist in Steinkernerhaltung, welche zugleich mit denen der mittleren Schicht von Hrn. Prof. Mayer-Eymar in Zürich untersucht worden sind. Die Resultate seiner Beobachtungen werden in kürzester Zeit veröffentlicht werden.

Hier ist die Beschreibung der Wirbelthierfauna gegeben, welche in mehrfacher Hinsicht ein aussergewöhnliches Interesse beansprucht. Einmal ist sie auffallend reich an Arten und neben mancher neuen ausschliesslich an solchen, deren Auftreten in afrikanischen Tertiärbildungen bisher noch unbekannt war: dann erlaubt sie wegen ihrer Analogien mit anderen schon bekannten Faunen ein bis zu einem gewissen Grade sicheres Feststellen des geologischen Alters der betreffenden Schicht; und endlich hat sie einige Exemplare geliefert, welche die Kenntniss der Vorläufer einiger jetzt lebenden Fischgattungen, wie *Pristis* und *Diodon* mit seinen Verwandten, wesentlich erweitern.

Von den verschiedenen Classen der Wirbelthiere sind nur Fische und Säugethiere, beide in rein marinen Formen, vorhanden. Die Säugethiere gehören zu den Cetaceen, die Fische zum weitaus grösseren Theil zu den Selachiern, nur wenige zu den Teleostiern.

I. Mammalia.

Cetacea.

Alle aus Schädel-, Wirbel- und Rippenfragmenten bestehenden Cetaceenreste gehören der Gattung *Zeuglodon* an, deren Vorkommen in Afrika bisher nicht beobachtet wurde. Noch heute ist für die Kennt-

niss dieser Gattung die Abhandlung von JOHANNES MÜLLER[1] die Grundlage; spätere Arbeiten über fossile Cetaceen, wie namentlich auch die von J. F. BRANDT[2], haben Wesentliches kaum hinzuzufügen vermocht. Unter diesen Umständen war es von ganz besonderem Werth, für die Deutung der afrikanischen *Zeuglodon*-Reste die im hiesigen anatomischen Museum aufbewahrten Skelette der von J. MÜLLER untersuchten *Zeuglodon*-Arten vergleichen zu können. Denn ganz ebenso, wie nach J. MÜLLER's Untersuchungen in Alabama zwei, im wesentlichen durch die Grösse unterschiedene Arten existirten, lassen sich auch aus Ägypten zwei in gleicher Weise und nach gleichen Merkmalen zu trennende Arten erkennen, welche wieder im Einzelnen die grösste Ähnlichkeit mit den amerikanischen haben. So stimmt die grösste der Arten von der Insel des Birket-el-Qurūn mit J. MÜLLER's *Zeuglodon macrospondylus*, die zweitgrösste mit desselben Autors *Zeuglodon brachyspondylus* und die kleinste endlich mit derjenigen Form überein, welche er zuerst (l. c. S. 28) als dritte Art, später (l. c. S. 33) als Jugendindividuum von *Zeuglodon brachyspondylus* ansah. Lag es somit auch nahe, an eine specifische Übereinstimmung der amerikanischen und afrikanischen Formen zu denken, so konnte dieselbe doch nicht zweifellos festgestellt werden, da unter dem von SCHWEINFURTH gesammelten Material keine Reste der Bezahnung, grössere Schädelfragmente oder auch beträchtliche Reihen zu einander gehöriger Wirbel vorhanden sind, welche diese Frage allein zur sicheren Entscheidung bringen können. Daher sind im Folgenden die Arten nicht mit Namen belegt, sondern nur nach der Grösse unterschieden worden.

Zeuglodon species major.

Der grössten Art sind zwei Wirbel- und zahlreiche Rippenfragmente zuzurechnen. Der besser erhaltene Wirbelrest besteht aus der ventralen Hälfte des Wirbelcentrums ohne Epiphysen und ohne Querfortsätze, deren Bruchstellen aber sichtbar sind. Die Querfortsätze befinden sich ganz unten, da, wo die ventrale in die laterale Partie übergeht; ihr Durchschnitt ist dicht am Wirbel lang-elliptisch mit spitzen Ecken, die Länge 95^{mm}, die Höhe in der Mitte ungefähr 35^{mm}. Die Länge des ganzen Wirbels (ohne Epiphysen) ist 250^{mm}, seine Breite (zwischen den Bruchstellen der Querfortsätze gemessen) 165^{mm}. Auf der ventralen Seite liegen zwei 35^{mm} lange ovale Gefäss-

[1] Über die fossilen Reste der Zeuglodonten von Nordamerika mit Rücksicht auf die europäischen Reste aus dieser Familie. Berlin 1849.

[2] Untersuchungen über die fossilen und subfossilen Cetaceen Europa's (Mémoires de l'Académie impériale des sciences naturelles de St. Pétersbourg. Tome XX. No. 1. 1873.) — Ergänzungen zu den fossilen Cetaceen Europa's (Ibidem Tome XXI. No. 6. 1874).

löcher, welche durch einen hohen, gerundeten Wall getrennt sind. In seiner Grösse und Form entspricht dieser Wirbel sehr gut dem zwölften Lendenwirbel in dem grossen aufgestellten Skelett von *Zeuglodon macrospondylus* des anatomischen Museums. — Der zweite in den Dimensionen ungefähr gleiche Wirbel ist so fragmentär erhalten, dass er eine weitere Besprechung ausschliesst; er hat nur insofern einiges Interesse, als er noch mit der Epiphyse versehen ist, also von einem alten, völlig ausgewachsenen Thier herrühren muss. — Die in ihren Dimensionen mit den von J. Müller dem *Zeuglodon macrospondylus* zugerechneten Rippen durchaus übereinstimmenden Fragmente lassen ebenso wie jene erkennen, dass sie am proximalen Ende seitlich comprimirt, im mittleren Theil fast kreisrund, am distalen Ende wieder comprimirt und verdickt sind.

Zeuglodon species minor.

Die kleinere Art, welche in ihren Grössenverhältnissen durchaus dem Müller'schen *Zeuglodon brachyspondylus* gleichsteht, ist durch zwei Fragmente des Hinterhauptes, einen Epistropheus und einen vorderen Brustwirbel vertreten. — Die Hinterhauptsfragmente bestehen aus Bruchstücken der Schuppe mit dem Condylus, der an einem Stück ganz, an dem zweiten zur Hälfte erhalten ist; wahrscheinlich gehören sie beide ein und demselben Individuum an. In Form und Grösse kommen sie mit den beiden in der Müller'schen Abhandlung auf Taf. III und Taf. XXVII Fig. 1 dargestellten Schädelstücken völlig überein, welche auch in den Originalen verglichen wurden. — Das meiste Interesse nimmt der Epistropheus für sich in Anspruch, weil er, abgesehen von einem von Müller (l. c. S. 33) erwähnten Fragment, der erste von *Zeuglodon* bekannte ist und über die Bildung der Halsregion dieser Thiere weiteren Aufschluss giebt. Derselbe passt in der Grösse gut zu dem von Müller (l. c. Taf. XIII Fig. 1 und 2) abgebildeten Atlas, namentlich auch in der Gestalt der querovalen Gelenkfläche für letzteren, die auf der rechten Seite gut erhalten ist. Der Wirbelkörper ist kurz und gedrungen: von der Spitze des Processus odontoideus bis zum hinteren Rande der Gelenkfläche für den dritten Halswirbel 95^{mm} lang. Der Processus odontoideus ist kurz und stumpf, 49^{mm} lang und hat jederseits neben der Spitze eine längsovale Grube, wie sie auch bei Carnivoren verschiedener Art vorkommt. Unter diesem Zahnfortsatz zieht sich eine schmale, flache Erhebung wall- oder kielartig hin, welche die rechte mit der linken Atlas-Gelenkfläche verbindet. Die Querfortsätze, wie auch der obere Bogen sind abgebrochen, und man erkennt von ersteren

nur an der Bruchstelle, dass sie vertical stehen und oben schmal, unten verbreitert sind. An der Stelle, wo hinter der Atlas-Gelenkfläche der Querfortsatz vom Wirbelcentrum abgeht, ist ein 5^{mm} im Durchmesser betragender Gefässcanal vorhanden, welcher sich schräg nach innen fortsetzt, sich dort erweitert und hinten dicht an der Gelenkfläche für den dritten Halswirbel, aber noch im Querfortsatz ausläuft, hier zu 9^{mm} Durchmesser erweitert. Die hintere Gelenkfläche ist flach concav, ca. 75^{mm} hoch und 80^{mm} breit (ungefähr dieselben Dimensionen, wie sie Müller anführt), mit — namentlich in der unteren Hälfte — polsterartig verdickten Rändern, welche in der Medianebene unten durch einen spitzen, ziemlich tiefen Einschnitt unterbrochen werden. Die Gelenkfläche selbst steht schief zur Verticalaxe, ihre obere Hälfte ist nach vorn, ihre untere nach hinten ausgezogen. — Wenn auch im allgemeinen Habitus der Cetaceencharakter in dem beschriebenen Epistropheus gewahrt ist, so hat derselbe doch manche, anderen Cetaceen, seien sie fossil oder recent, nicht zukommende Eigenschaften; einmal fehlt allen übrigen, soweit ich mich unterrichten konnte, der mediane Einschnitt an der Unterseite der Gelenkfläche für den dritten Halswirbel; vor Allem aber ist die von vorn nach hinten ausgezogene, zur Verticalaxe des Wirbelkörpers schräge Stellung dieser Gelenkfläche bemerkenswerth, weil dieselbe die Fähigkeit andeutet, den Kopf zu heben und zu senken, in welcher die Zeuglodonten unter den Cetaceen isolirt dastehen würden.[1] — Der ohne Epiphysen gefundene Brustwirbel hat eine Länge von 85^{mm}, bei einer Höhe von 90^{mm}. In seiner Form ist er fast ident dem in der Müller'schen Abhandlung (l. c. Taf. XIII Fig. 6 und 7) dargestellten Stück und ebenso den Brustwirbeln von *Zeuglodon brachyspondylus*, welche das anatomische Museum unter den Nummern 15959. 15962. 15968 aufbewahrt. Zu derselben Art, welche diese Wirbel besass, mögen auch einige sehr schlecht erhaltene Rippenbruchstücke gehören, welche in ihren Dimensionen um etwa die Hälfte hinter den grösseren, oben erwähnten, zurückstehen.

Zuletzt sind noch drei Wirbel zu erwähnen, welche in ihren Dimensionen wiederum bedeutend hinter der Species minor zurückstehen, aber gut zu denen passen, welche J. Müller einem Jugendindividuum von *Zeuglodon brachyspondylus* angehörig ansah. Einer dieser drei Wirbel ist muthmaasslich der vordere Brustwirbel eines

---

[1] In dieser Beziehung nähern sich die Zeuglodonten den Phoken und verwandten Thieren, wie denn auch im Gebiss mehr Analogieen zu jenen hervortreten, als bisher in der Literatur zum Ausdruck gekommen ist. Ohne alle Bedenken ist die Zutheilung der Zeuglodonten zu den Cetaceen nicht (cfr. auch Zittel: Über Squalodon Bariensis aus Niederbayern im 24. Bericht des naturhistorischen Vereins Augsburg 1877 S. 25).

jungen Thieres, da er Ansätze an der Basis der oberen Bögen und am Wirbelkörper dicht unter denselben für die Rippen besitzt; er ist 31^mm^ lang, 59^mm^ hoch, sein Neuralcanal circa 40^mm^ breit. Die beiden anderen Exemplare sind hintere Lenden- oder vordere Schwanzwirbel, beide ohne Epiphysen. Die oberen Bögen stehen ganz am Rande der oberen Seite und bedingen dadurch einen sehr breiten Neuralcanal, dessen Basis zwei längliche, ziemlich weit von einanderstehende Gefässlöcher besitzt. Auf der ventralen Seite des Wirbelkörpers befindet sich eine stumpfe, mittlere Erhebung und neben derselben jederseits eine flache Einsenkung, in welcher wiederum einige kleinere Gefässlöcher liegen. Die Ansatzstellen der abgebrochenen Querfortsätze liegen nahe über der Ventralseite des Wirbelkörpers.

Ist an und für sich das Erscheinen der Gattung *Zeuglodon* in afrikanischen Tertiärbildungen von Interesse, so noch mehr die dem Erscheinen derselben Gattung in Amerika völlig analoge Art und Weise desselben in zwei, durch Grösse getrennte Arten. Aber gerade die Übereinstimmung lässt Zweifel darüber entstehen, ob nicht in diesen sogenannten Arten sexuelle Unterschiede ausgeprägt sind, und ob man nicht in Afrika, wie früher in Amerika, die beiden Geschlechter einer Art zusammengefunden hat. Sowohl unter den Phoken, wie unter den Cetaceen finden sich Beispiele einer Grössendifferenz zwischen beiden Geschlechtern; bei ersteren jedoch nur in geringerem Grade, als sie bei *Zeuglodon* beobachtet wurde. Dagegen ist in einzelnen Fällen bei den Cetaceen eine Differenz in der Grösse beider Geschlechter nachgewiesen, wie sie sehr wohl auf *Zeuglodon*, wenn man *Zeuglodon macrospondylus* als Männchen, *Zeuglodon brachyspondylus* als Weibchen ansieht, passen würde, d. h. wo die Männchen etwa die zwiefache Grösse der Weibchen erreichen. So machte Hr. von Martens in dankenswerther Freundlichkeit darauf aufmerksam, dass beim Cachelot *(Catodon macrocephalus)* die Weibchen bedeutend kleiner als die Männchen sind. Das ist schon im Jahre 1824 von B. Hammat[1] beobachtet, und später hat Bennet[2] angegeben, dass die Männchen 60 bis 70, die Weibchen nur 30 bis 35 engl. Fuss an Länge erreichen. — Will man nun, ausgehend von dem gemeinsamen Vorkommen je einer grossen und einer kleinen Art in so weit von einander entfernten Gegenden, wie Alabama und das Fajum, unterstützt durch die Unwahrscheinlich-

[1] Voyage de l'Uranie. 1824. Zoologie p. 80.

[2] Whaling voyage p. 154 (nach einem Citat von Fischer in: Gervais, Journal de Zoologie. I. 1872).

keit, dass hier und da zwei verschiedene Arten zusammen gelebt hätten, und endlich bestärkt durch das Beispiel des lebenden Cachelot die Ansicht annehmen, dass in diesen verschieden grossen Individuen nicht zwei Arten, sondern die beiden Geschlechter einer und derselben Art gefunden und beschrieben worden sind, so müssen auch die beiden für die Alabama-Reste von J. Müller eingeführten Namen *Zeuglodon macrospondylus* und *brachyspondylus* aufgegeben werden, und man muss für beide zu dem Owen'schen Namen *Zeuglodon cetoides* zurückkehren.

II. Pisces.

A. Selachii.

Myliobates cfr. *suturalis* Ag.

Agassiz. Recherches sur les poissons fossiles. Tome III. p. 322. t. 46. f. 12—16.

Etwa zehn Zähne der Mittelreihe stimmen in Grösse und in dem Verhältniss der Breite zur Länge mit der von Agassiz aufgestellten Art annähernd überein, lassen aber eine zweifellose Identificirung nicht zu.

? *Myliobates* cfr. *jugalis* Ag.

Agassiz. l. c. p. 324. t. 47. f. 13. 14.

Ein Bruchstück einer Kieferkaufläche, aus vier zusammenhängenden Mittelplatten bestehend, aber mit beschädigten Seitenrändern, ähnelt in Grösse und Länge am meisten obiger Art.[1]

Ausser den Kieferplattenresten sind auch einige Fragmente von Flossenstacheln gesammelt worden, welche sicher zwei verschiedenen Arten angehören.

Myliobates acutus Ag.

Agassiz. l. c. p. 331. t. 45. f. 14—17.

Zwei kleine, 20 resp. 14^{mm} lange Bruchstücke zeigen verhältnissmässig grosse, spitze, rückwärts gewendete Zähnchen an den Rändern; auch fehlt eine Furche auf der Unterseite nicht, wohl aber ein Kiel auf der Oberseite, wie ihn *Myliobates acutus* haben soll. Die citirte Figur in Agassiz's Werk lehrt jedoch, dass derselbe nach der Spitze des Stachels zu allmählich verschwindet, und aus der oberen Partie des Stachels stammen die untersuchten Exemplare mit grösster Wahr-

[1] Die Zubehörigkeit zur Gattung *Myliobates* ist nicht sicher; da die Seitenränder abgebrochen sind, lässt sich nicht entscheiden, ob neben den Mittelplatten noch kleinere standen (*Myliobates*), oder ob solche fehlten (*Aëtobatis*).

scheinlichkeit. Es ist daher an eine Übereinstimmung der im englischen Londonthon von Sheppy und im belgischen Terrain bruxellien gefundenen Art mit der afrikanischen kaum zu zweifeln.

Myliobates Owenii Ag.

Agassiz. l. c. p. 331. t. 45. f. 11—13.

Diese zweite Stachelform zeigt dieselben unregelmässigen, zusammenfliessenden tiefen Furchen auf der Oberfläche, dieselbe feine Streifung der Unterseite und die dichte, kurze Zähnelung der Seitenränder, wie die englische Art. Der einzige Unterschied könnte darin gesehen werden, dass die afrikanischen Stücke eine, vermuthlich über die ganze Länge des Stachels in der Medianlinie hinziehende, tiefe Furche haben, die Agassiz nicht bespricht und auch nicht abbildet. Doch scheint gerade Agassiz auf das Fehlen oder Vorhandensein einer solchen Furche kein besonderes Gewicht zu legen, da die Abbildung von *Myliobates toliapicus* zwar die Furche zeigt, aber der Autor derselben im Text nicht Erwähnung thut. Nebenbei sei bemerkt, dass *Myliobates toliapicus* sehr wahrscheinlich mit *Myliobates Owenii* ident ist, da die einzigen Unterschiede, etwas grössere Wölbung und etwas andere Beschaffenheit der Randzähnchen, innerhalb der Grenzen individueller Ausbildung liegen, wie der Vergleich mit recenten Exemplaren lehrte.

Es liegt nahe, zu vermuthen, dass die beiden verschiedenen Kauplatten mit den beiden Stachelformen zu zwei Arten gehören. Wie die Zusammengehörigkeit thatsächlich war, lässt sich nicht entscheiden, der Grösse nach würden die Kauplatten von *Myliobates* cfr. *suturalis* am besten zu der Stachelform des *Myliobates acutus*, und die Gebisse des *Myliobates* cfr. *jugalis* zu *Myliobates Owenii* passen.

Propristis Schweinfurthi nov. gen. et nov. sp.

Taf. III Fig. 1*a*—*c* u. 2.

Der Aufstellung einer neuen Gattung aus der Sippe der Sägefische liegen zwei Bruchstücke der Säge und drei Zähne zu Grunde. Von den Sägebruchstücken ist das grössere 55^{mm} lang und 25^{mm} breit, das kleinere (Taf. III Fig. 1*a*—*c*) 45^{mm} lang und 21^{mm} breit. Beide stellen Theile der Hälfte der Säge dar, welche nach dem medianen Längscanal zerbrochen ist. In der Mittelebene sind sie 11^{mm}, an dem äusseren Rande 5—6^{mm} hoch. Nahe und parallel der mittleren Bruchfläche verläuft auf der Ober- und Unterseite je eine Längsfurche, deren Ränder jedoch nur zum Theil erhalten sind, während die Furchen im übrigen Verlauf durch Verletzung der Ränder als breite Rinnen erscheinen. Der äussere Rand ist in eine Reihe flacher Bögen (Fig. 1*a* bei α) ein-

getheilt, welche sich auf Ober- und Unterseite genau entsprechen. Die Enden der Bögen springen über den Rand etwas hervor und sind durch einen niedrigen Querbalken (Fig. 1 bei β) mit einander verbunden. Hinter diesem Querbalken folgt eine kleine Grube, die hinten durch eine niedrige Leiste (Fig. 1 bei γ) abgegrenzt wird. Zwischen je einem Bogen der Oberseite und der Unterseite erhebt sich der Rand zu einem horizontalen, stumpfen Kiel (Fig. 1 bei δ), der in derselben Höhe liegt mit denen der folgenden Bögen. Das kleinere Bruchstück zeigt diese Beschaffenheit des Randes viel deutlicher, als das grössere, welches wohl mehr durch Abrollung gelitten hat. Auf dem an dem grösseren Bruchstück angefertigten Querschliff (Fig. 1*c*) zeigt es sich, dass der Körper aus zwei verschiedenen Lagen besteht. Die innere (Fig. 1*c* bei ε), deren Begrenzung den äusseren Contouren parallel verläuft, ist mit homogener Gesteinsmasse angefüllt, also nur die Ausfüllung eines ursprünglich vorhandenen Canals. Die äussere Schicht (Fig. 1*c* bei ζ) besteht aus concentrischen Lagen, welche durch radial vom Rande des Canals ausstrahlende Fasern gekreuzt werden.

Um diese Körper zu deuten und in Beziehung zur Säge des lebenden *Pristis* zu bringen, ist eine kurze Erläuterung des Baues dieses letzteren am Platz. Der Querschnitt durch die Säge von *Pristis antiquorum* zwischen zwei Zähnen genommen (Fig. 3) lässt drei Canäle erkennen, einen grossen Mediancanal, in welchem noch ein kleinerer, hier nicht in Betracht kommender liegt (Fig. 3 bei α), und ferner jederseits einen seitlichen von quer-ovaler, elliptischer Gestalt (Fig. 3 bei β). Die Canäle sind im Leben des Thieres durch ein lockeres Gewebe ausgefüllt, welches beim Eintrocknen verschwindet; ihre Wände aber nehmen Knochenkörper auf und werden dadurch zu einem Grade der Verknöcherung geführt, welche der übrige Theil des Skelettes nicht besitzt. Diese Verknöcherung scheint nun darin zu bestehen, dass in die einzelnen Maschen des Knorpelgewebes Kalksalze eindringen, welche sich lagenweis anordnen und durch dünne Zwischenwände von Knorpelsubstanz geschieden sind. Doch auch diese Knorpelzwischenwände nehmen genug Knochensubstanz auf, um dem Ganzen eine beträchtliche Festigkeit zu verleihen. — Zwischen den seitlichen Canälen und den Zahnalveolen, deren Wände in gleicher Weise, wie die Canalwandungen verknöchert sind, läuft nun jederseits noch ein kleinerer Canal entlang (Fig. 3 bei γ), in welchem die Gefässe und die Nerven liegen, deren Verzweigungen durch zahlreiche Öffnungen in die Alveolen zu den Zähnen dringen. Schneidet man diesen letzteren Canal der Länge nach auf, so zeigt sich, dass seine nach der Mitte der Säge zu gelegene Wandung keine gleichmässige Rinne bildet, sondern dass sich von Zeit zu Zeit (an den angefertigten Präparaten allerdings in ziemlich unregelmässigen

Abständen) ein Paar kleiner Querwände erhebt, welche anscheinend zur äusseren Wand des Canals hinüberreichen. Um das Ganze legt sich dann noch die fein chagrinirte, äussere Haut. — Es besteht also die Säge einer *Pristis* aus den drei gewöhnlichen, hier sehr verlängerten Rostralknorpeln, deren Wände verknöchern, während die mittleren Theile nur Gewebe enthalten. Dazu tritt noch unter den Alveolen der Nerven- und Gefässcanal und die verknöcherten Wände der Zahnalveolen, die zu den seitlichen Rostralknorpeln gehören.

Vergleicht man nun die Säge eines recenten Sägefisches mit den oben beschriebenen Bruchstücken, so ergiebt sich, dass dieselben nur die Umhüllung des grossen Seitencanals, welcher selbst mit Gesteinsmasse ausgefüllt ist, darstellen. Der äussere Rand entspricht der inneren Wand des Gefässcanals bei *Pristis*; der ganze, ausserhalb desselben gelegene Theil ist nicht verknöchert gewesen, die Zähne haben also nicht in verknöcherten Alveolen, sondern im Knorpel gesteckt, und darin beruht der eine Unterschied zwischen den lebenden *Pristis* und der hier als *Propristis* eingeführten fossilen Gattung. Die beiden Sägefragmente sind in der Richtung des grossen medianen Canals zerbrochen, also da, wo auch bei den recenten Arten die Säge die dünnste Knochenlage zeigt, mithin am zerbrechlichsten ist. Die Zähne standen bei *Propristis* auf den Abschnitten, welche durch die Bögen bezeichnet werden, und die Querbalken, welche die Bögen trennen, entsprechen den gleichen Bildungen im Inneren des Gefässcanals bei *Pristis*.

Reste der Sägen von *Pristis*-ähnlichen Rochen gehören bisher zu den seltensten Funden in der Paläontologie. Agassiz (l. c. p. 382* t. 41) hat das Bruchstück einer grossen Säge unter dem Namen *Pristis bisulcatus* dargestellt, welches muthmasslich von Sheppy stammt. Der Artname ist nicht glücklich gewählt, da die beiden Oberflächenfurchen, welche durch ihn hervorgehoben werden, allen lebenden und allen bis jetzt bekannten fossilen Sägefischen zukommen, wie sie denn auch *Propristis* besitzt. Das Stück von Sheppy ist nach mehrerer Richtung hin von grossem Interesse, denn einmal zeigt es deutlich, dass die Zähne in verknöcherten Alveolen standen, wie bei den recenten Gattungen, dann lässt es erkennen, dass auch hier die Verknöcherung nicht so weit ausgedehnt war, wie bei *Pristis* und seinen Verwandten. Auf der citirten Tafel zeigt Figur 2 den äusseren, aufgebrochenen Rand und die Alveolen deutlich, ferner sieht man von oben in den Gefässcanal und in ihm die Pfeiler, welche die Alveolen begrenzen und den über den Rand hervorstehenden Querbalken zwischen zwei Bögen an der Säge von *Propristis* entsprechen. Der Querschnitt der Säge von *Pristis bisulcatus* zeigt den Aufbau der Canalwandungen

genau aus gleichen Knochenpfeilerchen bestehend, wie bei *Pristis antiquorum*, aber die im Inneren der Säge der letzteren verlaufenden Canäle, welche durch gleiche Knochensubstanz wohlgetrennt sind, fliessen bei der Art von Sheppy in einen grossen queren, niedrigen Canal zusammen, in welchem weder der mittlere von den seitlichen, noch diese unter sich geschieden sind. Diese Beschaffenheit im Inneren weicht also recht bedeutend von der der lebenden *Pristis*-Arten ab, so dass auch diese Art von Sheppy den Typus einer neuen Gattung zu repräsentiren scheint. Während bei *Propristis* im Inneren der Säge annähernd dieselbe Zusammensetzung, wie bei *Pristis* vorhanden gewesen zu sein scheint, die Verknöcherung sich aber nicht auf die über dem Gefäss- und Nervencanal liegenden Zahnalveolen ausdehnte, sondern diese nur in Knorpel eingekeilt sein liess, zeigt *Pristis bisulcatus* äusserlich grosse Übereinstimmung mit *Pristis antiquorum*, entbehrt aber im Inneren die Verknöcherung der die einzelnen Canäle trennenden Wände, deren knorplige Beschaffenheit ihre Erhaltung im Fossilzustande verhinderte. — Das am vollständigsten erhaltene Fragment einer fossilen Säge hat GALEOTTI kennen gelehrt und *Pristis Lathami* genannt.[1] Es entstammt den eocänen Schichten von Melbroek in Brabant und weist die Oberfläche eines 3.5^{dm} langen Bruchstückes auf, welches auf beiden Seiten Zahnalveolen besitzt. In Bezug auf Verknöcherung der äusseren Wände steht es also den lebenden *Pristis* und auch der eben besprochenen Art von Sheppy nahe; über die Beschaffenheit im Innern lässt es keinen Aufschluss zu, so dass es trotz einer verhältnissmässig grossen Vollständigkeit keinen weiteren Beitrag zur Begründung des oben gesagten liefert. Die mit dieser Säge zusammen gefundenen und noch im Gestein daneben liegenden Zähne haben die hintere Randfurche wie bei *Pristis antiquorum*. — Als Resultat ergiebt sich, dass die Unterschiede der fossilen Sägefische von den lebenden in einer weniger fortgeschrittenen Verknöcherung bestehen, welche einmal *(Propristis)* am äusseren Rande, das andere Mal im Innern bemerkbar wird.[2]

---

[1] Mémoire sur la constitution géognostique de la province de Brabant (Mémoires couronnés par l'Académie royale etc. de Bruxelles. Tome XII 1837) p. 46 t. 2. — In dem Referat über diese Abhandlung, welches BRONN im Neuen Jahrbuch für Mineralogie etc. 1838 S. 595 gab, ist durch einen Lapsus calami »*Bathami*« statt *Lathami* gedruckt. Mit dieser unrichtigen Benennung ist die Art in mehrere Handbücher (GIEBEL, Fauna der Vorwelt I. 2. S. 296; PICTET, Traité de paléontologie II. p. 275) übergegangen, deren Autoren GALEOTTI's Abhandlung im Original wohl nicht benutzt haben.

[2] Ein in DIXON's Geology of Sussex t. XII. f. 8 abgebildetes und zu *Pristis Hastingsiae* AG. gezogenes Säge-Fragment gestattet seiner sehr mangelhaften Erhaltung wegen keine nähere Besprechung.

Mit diesen Sägebruchstücken haben sich nun auch einige Zähne (Fig. 2) gefunden, welche sich von den bisher bekannt gewordenen dadurch unterscheiden, dass ihnen die Furche auf der Hinterseite fehlt und die Ränder abgerundet sind; alle übrigen fossilen Arten, wie *Pristis Agassizii* Gibbes aus dem Eocän von Süd-Carolina, *Pristis Hastingsiae* Ag. und *acutidens* Ag. aus dem Eocän Englands stimmen äusserlich durch den Besitz einer Furche längs des Hinterrandes mit *Pristis antiquorum* mehr überein. *Propristis Schweinfurthi* zeigt jedoch im inneren Bau seiner Zähne auch vollkommene Übereinstimmung mit denen der lebenden Art. Diese bestehen aus zahlreichen polygonalen Dentinröhrchen, deren jede in der Mitte eine centrale Keimhöhle hat. Der Durchschnitt zeigt also zahlreiche, unmittelbar an einander gelegte Polygone, deren jedes in der Mitte einen dunklen Kern (die Pulpenhöhle) besitzt, und genau so, ja ununterscheidbar ist auch der Durchschnitt des Zahnes unserer fossilen Art, so dass das von Hubrecht gegebene Bild durchaus dem entspricht, welches ein von einem fossilen Zahn gefertigter Dünnschliff aufwies.[1]

Schliesslich sei noch auf die auffallende Thatsache hingewiesen, dass fossile Sägefische bisher fast nur aus untertertiären Schichten (Eocän und Oligocän) beschrieben worden sind, während Miocän und Pliocän deren noch nicht geliefert haben.[2]

Hemipristis curvatus nov. sp.

Taf. III. Fig. 4*a*. *b*.

Die Krone ist auf der Innenseite convex, auf der Aussenseite flach, an der Basis mit einer medianen, flachen, dreieckigen Einsenkung. Die Breite des Zahnes entspricht ungefähr seiner Höhe. Die Spitze ist je nach der Stellung im Maule mehr oder minder rückwärts gebogen, derart, dass die kleineren, mehr vorn gestandenen Zähne stärker gekrümmt sind. Auf beiden Rändern ist etwa bis zu zwei Drittel der Höhe eine deutliche und scharfe Zähnelung vorhanden. Der hintere Rand zeigt fünf bis sechs Zähnchen, welche von der Basis nach der Spitze zu allmählich grösser werden, der Vorderrand nur zwei bis vier Zähnchen, die sich in der gleichen Richtung vergrössern. Während aber bei allen fünf vorhandenen Exemplaren die Zähnelung des hinteren Randes deutlich entwickelt ist, zeigt die des vorderen

---

[1] Hubrecht in: Bronn's Classen und Ordnungen des Thierreichs VI. 1. S. 29. Taf. II. Fig. 3. (Copirt aus: A. Hannover, Om Byggningen og Udviklingen of Skjael og Pigge hos Bruskfisk. Vidensk. Selsk. Skriften 5. Räkke. Bd. VII. Kjöbenhavn 1867.)

[2] Über eine Bemerkung in Quenstedt's Petrefactenkunde 3. Aufl. 1882. S. 290, dass in der Molasse von Baltringen *Pristis*-Zähne gefunden seien, waren weitere Angaben nicht aufzufinden.

Randes die Tendenz zu verschwinden. Die Wurzel ist niedrig, an den Seiten dünn; unter der Mitte steigt sie aber, allmählich dicker werdend, hoch auf und hat in der Medianebene eine tiefe Furche. Das Email der Krone wird dadurch in der Mitte der Innenseite halbkreisförmig ausgeschnitten.

Die Entscheidung der Frage, ob die beschriebenen Zähne in der That zur Gattung *Hemipristis* und nicht vielmehr zu *Galeocerdo* zu stellen seien, hat erst nach längerer Untersuchung getroffen werden können. Die typische Art, *Hemipristis serra* AG. (l. c. p. 237 t. 27. f. 18—30) zeigt durch die mehr gleichschenklig-dreieckige, hohe Gestalt und namentlich durch die hoch bis zur Spitze heraufreichende Zähnelung der Ränder eine von den Arten der Gattungen *Galeus* und *Galeocerdo* so abweichende Gestalt, dass die Aufstellung einer neuen Gattung für sie durchaus gerechtfertigt war. *Hemipristis curvatus* dagegen erinnert durch stärkere Krümmung, dadurch, dass die Spitze auf grössere Erstreckung hin glatt bleibt und sich unmittelbar über der Zähnelung des Hinterrandes plötzlich stark rückwärts biegt, lebhaft an *Galeocerdo*-Zähne. Nichtsdestoweniger glaube ich doch die Zutheilung zu *Hemipristis* begründen zu können. Alle *Galeocerdo*-Zähne aus den hinteren Reihen zeigen über der Randzähnelung eine plötzliche Knickung der Spitze nach hinten, welche *Hemipristis* fehlt, und darin ist der wesentliche Unterschied im Zahnbau zwischen beiden Gattungen zu erkennen, und gerade aus der verschiedenen Beschaffenheit derjenigen Zähne, welche im Gebiss der Thiere ungefähr dieselbe Stellung gehabt haben müssen, ergiebt sich auch die Zugehörigkeit zu zwei verschiedenen Gattungen.

Hemipristis serra und die zweite — wohl einzuziehende — Art: *Hemipristis paucidens* AG. sind von *Hemipristis curvatus* wohl unterschieden, abgesehen von ihrer bedeutenderen Kleinheit namentlich durch die durchaus verschiedene Zähnelung der Ränder. Zwar zeigt AGASSIZ (l. c. f. 20) auch, dass bei *Hemipristis serra* hin und wieder der Vorderrand viel schwächer gezähnelt sein kann, als der hintere, aber überall reicht die Zähnelung bis dicht unter die Spitze und niemals biegt sich die Spitze so weit rückwärts, wie hier. — Dieselbe Art, welche hier unter dem Namen *Hemipristis curvatus* beschrieben ist, besitzt die Berliner palaeontologische Sammlung auch aus dem Eocän von Claiborne in Alabama, und diese amerikanischen Exemplare zeigen noch mehr, wie die afrikanischen, die im Vergleich zum Hinterrand schwache Zähnelung des Vorderrandes, welcher davon nur schwache Spuren erkennen lässt. In dem, die tertiären Squaliden von Nord-Amerika behandelnden Werke von GIBBES[1] findet sich die Art nicht, falls nicht

[1] Monograph of the fossil Squalidae of the United States: Journ. Ac. nat. Science. Philadelphia. 1848.

die l. c. t. 25 f. 82—85 abgebildeten, graderen Zähne die zugehörigen aus dem vorderen Theil des Gebisses darstellen; sie besitzen wohl die lange ungezähnelte Spitze, sind aber doch wohl für unsere Art zu gross. Eher noch wäre anzunehmen, dass diejenigen Zähne, welche Agassiz als *Hemipristis paucidens* beschrieben hat und zu welchen auch die citirten Figuren von Gibbes, der sie alle unter dem Namen *serra* zusammengefasst hat, gehören könnten, die Vorderzähne von *Hemipristis serra* sind, welche dann schwächere Randzähnelung besassen.

Corax Egertoni Ag.

Taf. III Fig. 5.

Agassiz l. c. p. 228. t. 36. f. 6—7.
Galeocerdo Egertoni Gibbes l. c. p. 13. t. 25. f. 66—69.

Eine Reihe von sechs Zähnen stimmt mit den von Agassiz und Gibbes abgebildeten so genau überein, dass an ihrer Identität nicht zu zweifeln ist. Die Gattung *Corax*, welche Gibbes mit *Galeocerdo* vereinigt, halte ich im Agassiz'schen Sinne aufrecht. — Die Art war bisher aus dem Eocän von Süd-Carolina und aus dem Miocän von Maryland bekannt geworden.

Galeocerdo latidens Ag.

Agassiz l. c. p. 231 t. 26 f. 22. 23.

Von den sieben vorhandenen Stücken besitzen die grössten nur die halbe Grösse des von Agassiz abgebildeten; jedoch in Form der Spitzen, Zähnelung der Ränder, relativer Grösse der Wurzel zur Krone stimmen sie auf das Genaueste überein. Eine Abweichung wäre vielleicht darin zu finden, dass eine ideale, über die Hinterrandzähnchen gelegte Linie fast gerade, sogar ein wenig concav ist, während dieselbe Linie an den Zähnen der Insel im Birket-el-Qurūn convex wird; doch würde hierdurch kein Artunterschied bedingt werden. — Zu derselben Art sind auch drei Zähne zu rechnen, bei welchen die Spitze weniger gekrümmt, schärfer zulaufend, aber verhältnissmässig dicker im Umfange ist und die Randzähnelung (wenigstens an einem Exemplar) feiner wird. Sie werden den letzten Verticalreihen des Unterkiefers angehört haben.

Der Fundort des von Agassiz beschriebenen Zahnes ist unbekannt. Später wurde *Galeocerdo latidens* aus dem Système bruxellien von Belgien[1] und aus dem Unteroligocän von Unseburg[2] bei Magdeburg

[1] T. C. Winkler. Mémoire sur les dents de poissons du terrain bruxellien. Archives du Musée Teyler t. III. p. 303.

[2] T. C. Winkler. Beschreibung einiger fossiler Tertiär-Fischreste, vorzugsweise des Sternberger Gesteins. Mecklenburgisches Archiv Bd. XXIX. S. 22 t. 2. f. 10.

citirt. Die von WINKLER von letzterem Fundort abgebildeten Zähne sind jedoch nur mit äusserstem Vorbehalt zu *Galeocerdo latidens* zu rechnen, da die Zähnelung des Vorderrandes ebenso stark ist, wie die des Hinterrandes und ausserdem viel weniger hoch an der Spitze hinaufreicht. Zutreffend ist jedoch die Bemerkung des Autors, dass die von AGASSIZ l. c. t. 26 f. 20 und 21 abgebildeten und zu *Galeocerdo minor* gezogenen Zähne eher zu *latidens* gehören dürften, wie das auch nach AGASSIZ selbst (l. c. p. 232) nicht ausgeschlossen ist.

Wenn aber auch die von WINKLER als *Galeocerdo latidens* von Unseburg citirten Zähne in der That nicht zu dieser Art gehören sollten, so ist dieselbe doch zweifellos im norddeutschen Oligocän vertreten. Die hiesigen Sammlungen enthalten Stücke aus dem Unteroligocän von Süldorf und dem Oberoligocän von Niederkaufungen. GIBBES (l. c. p. 12) citirt die Art aus dem Eocän von Süd-Carolina und aus dem Miocän von Maryland. Unter den von ihm gegebenen Figuren ist namentlich Figur 61 für uns von Interesse, da dieselbe einen Zahn mit spitzer, aber dicker Spitze und schwacher Zähnelung zeigt, ganz gleich denen, welche oben als den letzten Unterkieferreihen entstammend betrachtet wurden. — Die Citate, welche die Litteratur über das Vorkommen der Art im Tertiär Frankreichs, Corsica's und Italiens bringt, mussten unberücksichtigt bleiben, weil sie nur den Namen geben, also eine Kritik über die Bestimmung ausschliessen.

Carcharias (Aprionodon) frequens nov. sp.

Taf. III. Fig. 7*a*—*p*.

In dem MÜLLER-HENLE'schen Werk über die Plagiostomen ist S. 27 ff. nach der Form der Zähne die Gattung *Carcharias* in fünf Untergattungen zerlegt: *Scoliodon* M. H., *Physodon* VALENC., *Aprion*[1] M. H., *Hypoprion* M. H., *Prionodon* M. H. — Die hier zu beschreibenden Zähne gehören zur Untergattung *Aprionodon*, deren Diagnose (l. c. S. 31) lautet: »Die Zähne des Ober- und Unterkiefers ungezähnelt; die Oberkieferzähne gerade oder wenig nach aussen geneigt, die Unterkieferzähne gerade, beide mit verhältnissmässig schmaler Spitze auf breiter Basis.« Dieser von GÜNTHER[2] unverändert wiedergegebenen Diagnose

[1] Der von MÜLLER und HENLE zuerst gegebene Name ist *Aprion*. Da derselbe aber von CUVIER für eine Percoidengattung schon vergeben war, hat ihn GILL in *Aprionodon* verändert, cfr. DUMÉRIL, Histoire naturelle des poissons I. 1865. p. 348.

[2] Catalogue of the fishes in the British Museum VIII. 1870. p. 361.

fügt Duméril[1] hinzu, dass die Zähne des Unterkiefers eine dünnere und mehr ausgezackte Spitze besässen, als die des Oberkiefers.

Weitaus die bedeutendste Mehrzahl aller auf der Insel im Birket-el-Qurūn gesammelten Petrefacten sind Fischzähne, welche die in obiger Diagnose gegebenen Merkmale an sich tragen. Bei allen ist die Krone niedriger, als die Breite der Basis, und alle haben eine breite, niedrige Wurzel, welche innen unter der Mitte sich etwas verdickt und hier mit einer verticalen Furche versehen ist. Die Krone variirt in der Form sehr: von wenig schiefen Dreiecken, deren Basis nur um ein Geringes kleiner ist, als die Höhen, von geraden gleichschenkligen Dreiecken gehen die Zähne über in gleichschenklige Dreiecke, bei welchen sich Basis zu Höhe etwa wie 1 : 2, ja auch wie 1 : 3 verhält. Nach obiger Diagnose ist man berechtigt, die Zähne der ersten Art für Oberkiefer-, die der zweiten Art für Unterkiefer-Zähne zu halten. Die Innenfläche ist gleichmässig gewölbt, die Aussenseite flach. Neben der Spitze läuft am oberen Rande der Wurzel ein Saum entlang, der entweder als directe seitliche Fortsetzung der Krone erscheint oder von der Hauptspitze durch einen kleinen Einschnitt getrennt wird. Dieser Saum ist entweder schneidend scharf oder schwach gefältelt, niemals scharf gezähnelt. — Die Unterkieferzähne mit schlankerer Spitze haben an dieser selbst schneidend scharfe Ränder, die gegen die Basis hin schwächer werden; auch ist bei ihnen der Saum niedriger. In der Grösse schwanken die Zähne wenig unter einander: die Krone der grössten ist circa 9^{mm} lang, die der kleinsten 4^{mm}, welche beiden Extreme durch alle möglichen Übergänge verbunden werden. — Hervorzuheben ist noch, dass auch bei der lebenden Art *Aprionodon acutidens* Rüppell nach Müller und Henle eine Fältelung des Saumes vorhanden ist.

Die auf Taf. III. Fig. 7*a*—*p* gegebenen Abbildungen veranschaulichen das oben Gesagte. Fig. 7*a*—*g* stellt eine Anzahl Unterkieferzähne dar, von denen 7*g* der grösste aller gesammelten, 7*e* einer der kleinsten ist. Ebenso sind die Oberkieferzähne durch die Figuren 7*h*—*p* in ihren verschiedenen Formen wiedergegeben, welche auch erkennen lassen, dass die kleineren Zähne im Allgemeinen eine breitere Basis haben, als die grösseren.

Die Litteratur über fossile Squalidenzähne enthält keine Angabe über das Auftreten dieser Gattung im Tertiär oder einer anderen Formation, so dass ihr Erscheinen in Afrika bis jetzt isolirt dasteht.

---

[1] Duméril l. c. p. 348.

Carcharodon angustidens Ag.

Agassiz l. c. p. 255 t. 28. f. 20—25; t. 30 f. 5.
Synonym: *Carcharodon Arndti* Winkler. Fossile Fische des Sternberger Gesteins, l. c. p. 23 t. 3. f. 11.

Ein 55^{mm} hoher[1] und 60^{mm} breiter[2] Zahn lässt in ausgezeichneter Weise den scharfgezähnelten, in mehrere Lappen zertheilten Nebenzahn erkennen und stimmt in allen Details mit den typischen Zähnen von *Carcharodon angustidens* überein, so dass es für die Bestimmung in diesem speciellen Falle gleichgültig ist, ob man mit Gibbes die von Agassiz unter den Namen *auriculatus, heterodon, lanceolatus, megalotis, semiserratus, toliapicus, turgidus* als Arten dargestellten Zähne zu *angustidens* ziehen will oder nicht. Jedenfalls aber ist *Carcharadon Arndti* Winkler von Unseburg vom typischen *angustidens* nicht zu unterscheiden; dagegen entstehen Zweifel, ob das, was derselbe Autor auf Taf. 3 Fig. 12 als *angustidens* aus dem Miocän von Lüneburg abgebildet hat, noch dieser Art zugerechnet werden kann.

Otodus obliquus Ag.

Taf. III. Fig. 6*ab*.

Agassiz l. c. p. 267. t. 31. f. 1—14; t. 36 f. 22—27.

Zwei Zähne, welche kaum die Grösse des kleinsten der von Agassiz gegebenen Abbildungen erreichen, gehören sicher zu obiger Art. Sie haben beide jederseits zwei Nebenzähne, wie auf Agassiz's t. 31. f. 2, aber mit schärferer Spitze, sowie tiefer vom Hauptzahn, als auch untereinander getrennt.

Lamna (Odontaspis) verticalis Ag.

Taf. III. Fig. 8—10.

Agassiz l. c. p. 294. t. 37a. f. 31—32.

Zwei vortrefflich erhaltene Zähne zeigen durch gerade, auf der Innenseite gewölbte Kronen, deren scharfe Ränder und vom Hauptzahn tief getrennte spitze Seitenzähne eine vollkommene Übereinstimmung mit der durch Agassiz von Sheppy und durch Winkler aus dem terrain bruxellien Belgiens beschriebenen Art ergeben.

Ausser diesen beiden Zähnen ist eine Reihe anderer, kleinerer mit Vorbehalt dieser Art zuzurechnen, welche allerdings nicht durch Übergänge in der Grösse mit jenen verbunden sind, doch aber in der gesammten Form gut übereinstimmen. Zwei davon sind Taf. III. Fig. 8 und 9 abgebildet. Die Krone läuft spitz zu, ist etwas nach hinten gebogen und bei fast allen Stücken völlig gerade, nur an

[1] Gemessen in der Medianlinie von der Spitze bis zum unteren Rande der Wurzel.
[2] Gemessen zwischen den äussersten Abständen der beiden Wurzeläste.

zweien ein wenig rückwärts gewendet. Die Seitenzähnchen sind scharf von der Hauptspitze getrennt, spitz und schmal und auch, wie der Hauptzahn, senkrecht aufwärts gerichtet. Die Wurzel ist dick, massiv, unter der Mitte innen angeschwollen und in der Medianlinie durch eine tiefe, verticale Furche getheilt; nach den Seiten hin nimmt sie allmählich an Dicke und Höhe ab, so dass sie unten fast gerade und nur in geringem Grade ausgebuchtet ist.

Ganz ähnliche, wahrscheinlich idente Zähnchen hat Winkler[1] aus den belgischen Bruxellien als *Otodus minutissimus* oder als *Otodus parvus*[2] beschrieben. Zunächst kann es nicht bezweifelt werden, dass diese beiden Arten zusammenfallen, und mit ihnen auch noch eine dritte Art desselben Autors, welche als *Odontaspis Mourloni*[3] aus dem Unteroligocän von Lethen beschrieben wird, zu verbinden ist. Letztgenannte Art nun vergleicht Winkler selbst mit *Lamna verticalis* und trennt sie nur wegen der weitauseinanderstehenden Wurzelhörner. Da Winkler diese Zähne in einer Abhandlung zu *Otodus*, in einer anderen zu *Lamna* gerechnet hat, ist zuerst die Frage zu beantworten, welche Annahme die besser begründete ist. Aus den Zähnen an und für sich ist die Entscheidung schwer zu treffen, wie denn Agassiz (l. c. p. 288) auch selbst sagt, dass manche Arten sich auf der Grenze zwischen *Lamna* und *Otodus* befinden, wie *Lamna compressa* und *Otodus appendiculatus*. Das, was bei unseren Zähnen am meisten für *Otodus* spricht, ist die Beschaffenheit der Wurzel, welche durch den Mangel seitlicher Hörner der bei *Otodus* gewöhnlichen Form am nächsten steht; doch ist nicht zu vergessen, dass manche von Agassiz zu *Lamna* gestellten Arten, wie *Lamna compressa*, *denticulata* etc., auch ganz ähnliche, in der Mitte wenig ausgebuchtete Wurzeln besitzen, dass aber die scharfabgesetzten, spitzen Seitenzähne und die schmale Hauptspitze durchaus *Lamna*-ähnlich beschaffen sind. Da ferner an Gebissen lebender *Lamna*-Arten leicht zu erkennen ist, dass die kleinen Zähne der letzten Verticalreihen auch eine viel geringer ausgeschnittene und auch weniger in Hörner verlängerte Wurzeln besitzen, als die grösseren der vorderen Reihen, so scheint die Zutheilung dieser kleinen Zähne zu *Lamna verticalis* erforderlich: doch natürlich so lange mit Vorbehalt, bis entscheidende Grössenübergänge gefunden sein werden. Hervorzuheben ist weiter als Stütze dieser Annahme die Thatsache, dass Winkler neben *Otodus minutissimus* auch im belgischen Eocän *Lamna verticalis* gefunden hat, und noch mehr wird die Zusammengehörigkeit der grossen und der kleinen Zähne durch die von Gibbes (l. c. t. 26

[1] Archives du musée Teyler III. p. 297. t. 7. f. 2.
[2] Archives du musée Teyler IV. 1. p. 7. f. 5 u. 6.
[3] Archives du musée Teyler V. 2. p. 5.

f. 124—127) gegebenen Abbildungen von *Lamna verticalis* befürwortet, da diese sowohl in Bezug auf Grösse als auch auf Tiefe des Wurzelausschnitts zwischen beiden in der Mitte stehen und nur durch die kleineren Nebenzähnchen auffallen. — Es scheint, dass diese Zahnformen bisher nur im Eocän gefunden sind, denn auch Gibbes führt sie nur aus dieser Formation Süd-Carolina's an.

B. Teleostei.

Saurocephalus Fajumensis nov. sp.

Taf. III. Fig. 12*a*—*c*

Vier fast gleich grosse, wurzellose Zähne von gerader, regelmässig-lanzettlicher Gestalt, circa 8^{mm} Höhe, 5^{mm} Breite, mit flachgewölbten Seiten und scharfen Rändern veranlassen die Aufstellung einer neuen Art, die sich von den bisher bekannt gewordenen leicht dadurch unterscheidet, dass sie völlig glatt, also ohne verticale Streifen oder Runzeln ist. An der Basis des grössten Exemplars ist allerdings bei starker Vergrösserung eine feine verticale Streifung wahrzunehmen, welche aber nur 2^{mm} lang an der Krone hinaufgeht, während der obere Theil auch hier völlig glatt und glänzend ist.

In Tertiärbildungen hat sich die Gattung *Saurocephalus*, welche namentlich in der oberen Kreideformation mit *Enchodus* zusammen verbreitet ist, noch an keiner anderen Localität, als der hier beschriebenen gezeigt.

? *Enchodus* sp.

Taf. III. Fig. 11.

Einige wurzellose Zähne zeigen die allgemeine Gestalt der *Enchodus*-Zähne, sind aber comprimirter als die der übrigen bekannten Arten und entbehren des vorderen scharfen Randes, der hier gerundet ist. Ob in der That die Gattung *Enchodus* durch diese Zähne vertreten wird, ist nicht mit Sicherheit zu entscheiden; jedenfalls ist sie die nächstverwandte.

Ebenso wie *Saurocephalus* hat auch *Enchodus* seine Hauptverbreitung in der oberen Kreideformation und war lange Zeit nur aus dieser bekannt. Neuerdings aber hat T. C. Winkler[1] einen *Enchodus Bleekeri* aus belgischen Bruxellien beschrieben, und weiter ist die Gattung durch drei Zähne aus dem Unteroligocän von Helmstedt repräsentirt, welche in der palaeontologischen Sammlung der Königl. Universität liegen. Ihr Erscheinen im Tertiär Africa's hat sonach nichts Befremdliches mehr.

---

[1] Deuxième mémoire sur les dents de poissons fossiles du terrain bruxellien. Haarlem 1874. p. 28. f. 24. 25.

Coelorhynchus sp.

Eigenthümliche cylindrische Röhren mit grossem inneren Hohlraum und starken Längsfurchen auf der Oberfläche stellte Agassiz zur Familie der *Xiphioidei* und belegte sie mit obigem Namen. Solche Fragmente der spitzen Schnäbel sind in ziemlicher Anzahl in der hier bearbeiteten Suite vertreten und zwar von Thieren recht verschiedener Grösse. Die cylindrischen Stücke zeigen einen centralen Canal, aussen zahlreiche Längsrippen, welche an einzelnen Stücken wohl in der Medianebene, vielleicht auf der Unterseite des Schnabels durch eine tiefe Rinne unterbrochen sind. Auf dem Querbruch ist zu erkennen, dass die ganze Masse aus langen dünnen Cylindern zusammengesetzt ist. An den grösseren Bruchstücken ist der Canal gross, an den kleineren enger, so dass er sich wahrscheinlich, entsprechend der lang-konischen Aussengestalt der Schnäbel, nach vorn zu allmählich verengte.

Reste von *Coelorhynchus* sind namentlich aus der senonen Kreide Englands durch Agassiz und Dixon beschrieben worden. Ausserdem kommen sie auch in der Mucronatenkreide Lüneburgs vor. Im Tertiär wurden sie bisher beobachtet auf Sheppy (nach Agassiz), bei Bracklesham (nach Dixon), bei Claiborne in Alabama, und zwar stimmen die von letzterer Localität stammenden Stücke der hiesigen palaeontologischen Universitätssammlung derart genau mit den afrikanischen überein, dass man sie sicher beide einer Art zuzählen würde, wenn man wüsste, ob die *Coelorhynchus*-Arten allein auf die Gestalt der Schnäbel hin zu unterscheiden sind. — Winkler erwähnt zwei Arten aus belgischem Bruxellien.

Progymnodon Hilgendorfi nov. gen. et nov. sp.

Taf. III. Fig. 13*a*—*c*.

Zu den wichtigsten Funden, welche Hr. Schweinfurth auf der Insel des Birket-el-Qurūn machte, gehört die Kauplatte eines Gymnodonten, wie sie bisher in solcher Vollständigkeit fossil noch ungekannt war. Dieselbe besitzt den Umriss einer halben Ellipse, ist 19^{mm} breit (wobei die abgebrochenen Ecken nicht ergänzt sind) und in der Mitte 8^{mm} lang. Sie besteht aus zwei Theilen, einem mittleren, grösseren (Fig. 13*a* bei α) und einem vorderen, kleineren (Fig. 13*a* bei β und Fig. 13*b*). Der mittlere Theil ist zusammengesetzt aus zwei fest miteinander verbundenen Plattenreihen, deren Zahl auf der linken Seite sechs, auf der rechten sieben beträgt. Die Platten je einer Reihe liegen schräg übereinander, so dass von oben her die hintersten nur als schmale Bänder, die vorderen dagegen breiter und breiter sicht-

bar werden. Die Oberfläche ist mit feinen, wie durch Nadelstiche hervorgerufenen Punkten bedeckt, die Unterseite mit zahlreichen, dichtgedrängten Grübchen (Fig. 13*c*). Der vordere Theil, welcher den äusseren Rand bildet, legt sich unmittelbar an den hinteren Theil an und besteht aus sechs Verticalreihen kleiner Plättchen (Fig. 13*b*). Jede Reihe besteht aus etwa zehn bis zwölf schmalen Plättchen, deren seitliche und obere Ränder leistenartig verdickt sind. Die relative Grösse der Plättchen einer Reihe ist verschieden, doch lässt sich feststellen, dass die beiden Verticalreihen zur Seite der Medianebene die kleinsten sind. Die Oberfläche ist ähnlich punctirt, auch zeigt die Unterseite dieselbe grubige Beschaffenheit, wie die Platten des mittleren Theiles.

Dass in dem fraglichen Körper die Kauplatte eines Gymnodonten vorliegt, kann keinem Zweifel unterliegen. Es ist jedoch näher zu erörtern, in wie weit der Bau derselben mit dem der lebenden Gymnodonten übereinkommt. Zum Vergleich hierfür diente ein vertical durchschnittener Unterkiefer eines *Diodon*, welchen Hr. HILGENDORF freundlichst mitgetheilt hatte. Dieser Verticaldurchschnitt zeigt, von der Seite betrachtet, im hinteren Theil eine grosse Höhlung (Fig. 14 bei α), deren Dach durch Cement gebildet wird (Fig. 14 bei β), dieses jedoch durch Abnutzung im vorderen Theile verschwunden. In dieser Höhlung werden die grossen, hinteren Platten gebildet, welche schräg übereinanderliegen und sich allmählich nach vorn weiter schieben, so dass das durch Abkauen vorn Verlorene durch Nachschub von hinten ersetzt wird. Auch zwischen die einzelnen Platten dringt Cement als schmale Schicht ein. Dieselbe Substanz bildet auch den vorderen Rand, in welchem eine verticale Reihe kleiner Plättchen liegt (Fig. 14 bei γ), diese aber durch eine dicke Schicht Cement von den grossen Platten getrennt. Unter dieser letzterwähnten Cementschicht liegt ein Hohlraum, vielleicht ein Gefässcanal (Fig. 14 bei δ). Der Durchschnitt eines *Diodon*-Unterkiefers zeigt also drei Höhlungen, eine hintere, in welcher sich die grossen, schrägen, den Haupttheil des gesammten Gebisses ausmachenden Platten bilden, eine mittlere, muthmaasslich einen Gefässcanal darstellend, und eine vordere, in welcher die vorderen verticalen Plättchen erzeugt werden. Bei nicht abgenutzten Gebissen ist die ganze Oberfläche mit Cement bedeckt, welches vorn über den kleinen Plättchen den vogelschnabelähnlichen Rand des *Diodon*-Gebisses bildet. Betrachtet man aber ein solches Gebiss von oben, so sieht man stets deutlich, dass zwischen den hinteren grossen und den vorderen kleinen Platten eine Einsenkung vorhanden ist, welche der zwischen den beiden Plattensystemen liegenden Cementschicht entspricht. Bei unabgekauten Gebissen tritt diese Einsenkung

garnicht oder nur in geringem Grade hervor; bei fortschreitender Abnutzung wird jedoch das Cement schneller verbraucht, als die Zahnplatten vorn und hinten, welche zuletzt aus der Cement-Umhüllung hervorsehen.

Die fossile Kauplatte zeigt nun im Vergleich mit dem eben besprochenen *Diodon*-Gebiss folgende Übereinstimmung, respective Abweichung. Von oben gesehen zeigt sie, dass zwischen die einzelnen grossen Platten auch Cement gelagert ist, welches um so deutlicher hervortritt, je mehr die Platten abgenutzt sind, also namentlich an den vordersten (auf der Figur ist dasselbe durch einen helleren Ton hervorgehoben). Ferner nimmt man an den Bruchstellen der Ecken ebenfalls Cement wahr. Da ferner nicht daran zu zweifeln ist, dass beim Leben des Thieres auch auf den Platten (jetzt durch Abnutzung und Verwitterung verschwundenes) Cement gelegen haben wird, so ist die Einschaltung und Einbettung dieser hinteren Platten in Cement dieselbe, wie bei *Diodon*. Anders ist das Verhalten der kleinen vorderen Platten. Während bei *Diodon* diese durch eine dicke Cementschicht von den grösseren getrennt sind, ist an dem fossilen Gebiss, namentlich auf der Unterseite (Fig. 13*c*) mit Klarheit zu erkennen, dass die kleinen vorderen Plättchen sich unmittelbar an die grossen, hinteren anlegten: es fehlte also die bei *Diodon* beide Plattensysteme trennende Cementschicht. Dadurch wird nun auch die Profillinie beider wesentlich verschieden. Die Oberfläche eines *Diodon*-Gebisses zeigt im Verticalschnitt von der Seite betrachtet eine hintere Wölbung (die grösseren Platten), dann eine mittlere Einsenkung (die Cementschicht) und eine vordere scharfe First (die vorderen Plättchen). Bei der fossilen Kauplatte bildet die Profillinie eine bis zum Vorderrand gleichmässige Wölbung und einen vorderen senkrechten Abfall.

Diese fundamentale Verschiedenheit im Aufbau des Gebisses der fossilen und der lebenden Formen rechtfertigt die Aufstellung einer neuen Gattung für erstere, für welche *Progymnodon* in Vorschlag gebracht wird. Es ist absichtlich vermieden worden, *Prodiodon* oder ähnliche Bezeichnungen zu wählen, um einem vermeintlichen Hinweis auf engere Verwandtschaft mit einer lebenden Gattung zu entgehen. Unter letzteren werden nach der Zahl der Zähne *Diodon*, *Triodon*, *Tetrodon* unterschieden. Besteht aber das vorliegende Material, wie in diesem Falle, nur aus einer Gebisshälfte, so lässt sich wohl erkennen, ob diese aus ein oder zwei Kauplatten oder »Zähnen« besteht, nicht aber, wie die dazu gehörige Hälfte beschaffen war. In unserem Falle ist *Tetrodon* ausgeschlossen, da die fossile Kauplatte nur aus einem Stück besteht; sehr wohl kann *Diodon* in Betracht kommen, der oben wie unten nur eine Platte besitzt; aber auch *Triodon*, mit zwei

oberen und einer unteren Kauplatte, ist nach dem vorhandenen Material aus der Verwandtschaft nicht ausgeschlossen, wenn angenommen wird, dass unser Stück von *Progymnodon* eine Unterkieferkauplatte darstellt.

Wie fossile Plectognathen überhaupt, so gehören namentlich fossile Gymnodonten zu grossen Seltenheiten unter palaeontologischen Objecten. In Agassiz's oft citirtem grossen Werk[1] sind drei Arten von *Diodon* namhaft gemacht; zunächst *Diodon tenuispinus* Ag., eine kleine zolllange Art vom Monte Bolca, an welcher die Kauplatte durch Verdrückung zwar sichtbar, aber undeutlich erhalten ist; dann *Diodon erinaceus* Ag. von drei Zoll Länge, bis jetzt weder ausführlich beschrieben, noch abgebildet; und zuletzt *Diodon Scillae*. Letztere Art ist auf einzeln vorkommende Kauplatten, welche aus Tertiärablagerungen des mittleren Italiens stammen sollen, begründet. Auch *Diodon Scillae* ist von Agassiz nur kurz beschrieben und nicht abgebildet, doch hat Guiscardi[2] die Kenntniss derselben vervollständigt. Man erfährt durch ihn, dass Costa solche Kauplatten für Crustaceenreste gehalten und unter dem Namen *Megalurites nitidus* in die Verwandtschaft der Trilobiten hat bringen wollen. Ein Exemplar dieser Art befindet sich in der Berliner palaeontologischen Sammlung, aber, wie alle bisher bekannt gewordenen, ohne genauere Fundortsangabe. Dass in dieser Art Gymnodonten-Kauplatten vorliegen, unterliegt keinem Zweifel, wohl aber ist ihre Zugehörigkeit zur Gattung *Diodon* fraglich. Die steilere Lage der Platten, ihre viel beträchtlichere Zahl, namentlich aber der vordere Steilabfall und die seitlich in kurze Spitzen ausgezogenen Ecken zeigen eine von *Diodon* so abweichende Zusammensetzung und Form, dass auch für *Diodon Scillae* (Ag.) Guiscardi am besten eine neue generische Benennung einzuführen sein wird. Eine sehr nahestehende Art hat ferner Locard[3] nach der Bestimmung Sauvage's als *Phyllodus corsicanus* aus dem Tertiär von Bonifacio auf Corsica beschrieben und abgebildet. Zwischen *Diodon Scillae* und *Phyllodus corsicanus* besteht der einzige Unterschied, dass letzterer ein relativ längeres Gebiss ohne zugespitzte Seitenecken besitzt. Die Zuweisung zu *Phyllodus* ist ungerechtfertigt, und somit wird *Phyllodus corsicanus* als zweite Art neben *Diodon Scillae* einer, wie oben erörtert, neu zu benennenden Plectognathen- resp. Gymnodontengattung zuzurechnen sein.

---

[1] Recherches sur les poissons fossiles. Vol. II. p. 273. t. 74. f. 2—3.

[2] Annotazioni paleontologiche. Atti della Reale Academia d. science fisiche e matemat. Vol. II. 1872. p. 5. t. 16. f. 2—4.

[3] A. Locard. Description de la faune des terrains tertiaires moyens de la Corse. (Description des Échinides par G. Cotteau.) Paris-Genève 1877. p. 11. t. 1. f. 1—2.

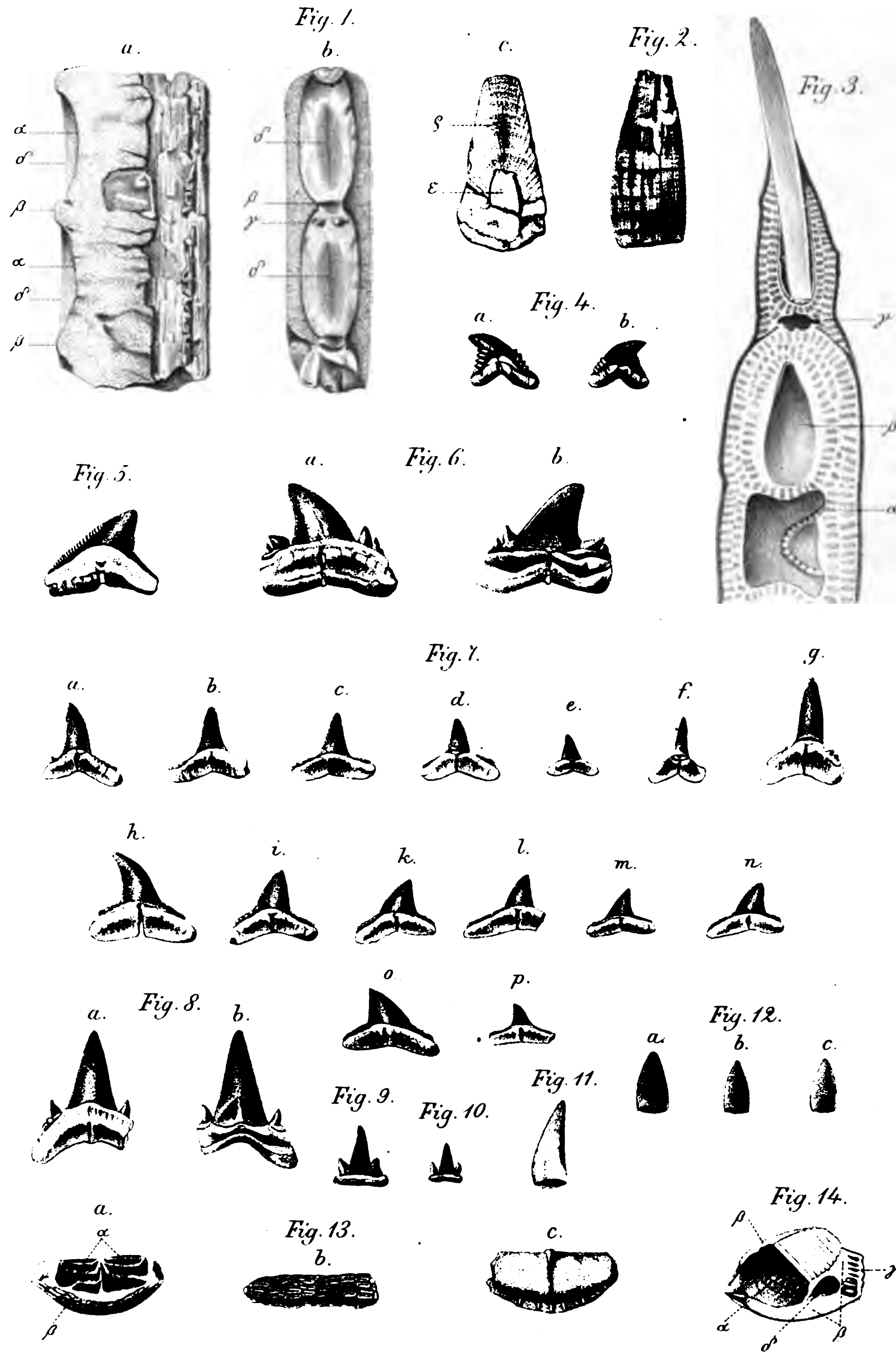
Da der Vergleich mit den lebenden Gattungen, namentlich mit *Diodon* nur durch das freundliche Entgegenkommen des Hrn. Hilgendorf möglich wurde, ist die Art nach ihm benannt worden.

Schliesslich ist noch zu untersuchen, ob und in wie weit auf Grund der hier beschriebenen Wirbelthierfauna das Alter der dieselbe enthaltenden Schicht ermittelt werden kann. — Darüber, dass dieselbe zur Tertiärformation gehört, ist kein Zweifel; es frägt sich also weiter, welcher Unterabtheilung dieser Formation sie zuzurechnen ist. — In den meisten Fällen wird es nun sehr schwierig sein, aus einer namentlich von Selachiern zusammengesetzten Fauna das Alter einer Schicht zu bestimmen, da gerade diese besonders langlebig sind und damit natürlich sowohl in Gattungen wie in Arten eine aussergewöhnlich grosse, verticale Verbreitung besitzen: ist doch ein jurassischer *Notidanus* kaum der Art nach von den lebenden zu unterscheiden. Als eine zweite Schwierigkeit tritt hinzu, dass äusserst wenige Selachierfaunen überhaupt, und namentlich nicht in jüngerer Zeit, wo man den geologischen Verhältnissen mehr Rechnung trägt, beschrieben wurden. Die oben wiederholt citirten Abhandlungen von Agassiz, Gibbes und Winkler geben die einzigen Anhaltspunkte, alles übrige, was die Litteratur hat, sind Namen, welche keine Kritik erlauben oder Monographieen vom einseitig zoologischen Standpunkt, die für die Beantwortung der hier aufgeworfenen Altersfrage kaum in Betracht kommen können. — Aus diesen Gründen wird eine auf eine zumeist aus Selachiern bestehende Fauna hin versuchte Altersbestimmung stets bis zu einem grösseren oder geringeren Grade an Unsicherheit leiden, doch trifft es sich günstig, dass dieselbe in unserem Falle nur gering ist. Denn, abgesehen von den als neu erkannten Arten, sind sämmtliche Selachier aus eocänen Ablagerungen anderer Länder beschrieben worden, nämlich *Myliobates suturalis*[1], *jugalis*, *acutus*, *Owenii*, *Corax Egertoni* (auch miocän), *Galeocerdo latidens* (auch oligocän), *Carcharodon angustidens* (auch oligocän), *Otodus obliquus* und *Lamna verticalis;* zwei davon gehen auch in das Oligocän herauf, eine endlich wird auch aus dem Miocän angeführt.[2] — Zu diesen Selachiern gesellen sich

---

[1] Auch die in der Beschreibung der Arten mit »cfr.« bezeichneten Species sind hier mit aufgezählt, da sie, auch wenn sie mit den obigen nicht völlig ident sein sollten, ihnen doch jedenfalls äusserst nahe stehen und jedenfalls im Gesammthabitus der Fauna dieselbe Rolle spielen, wie diese.

[2] Vielleicht würde sich eine grössere Artenzahl auch aus dem Oligocän angeben lassen, wenn die Selachierfaunen gerade der typischen Oligocän-Localitäten einheitlich bearbeitet wären.



Gez. u. lith. von Laue.

W. Dames. Tertiäre Wirbelthierfauna von der westlichen Insel des Birket-el-Qurūn im Fajum.

nun mehrere neue Arten von Teleostiern, welche sich, abgesehen von der unsicheren Bestimmung eines zur Gattung *Enchodus* gerechneten Zahnes, auf *Saurocephalus*, *Coelorhynchus* und *Progymnodon* vertheilen. Für die Altersbestimmung kommen nur die beiden ersteren in Betracht. *Saurocephalus* wurde bisher nur aus oberen Kreideschichten beschrieben und deutet im Tertiär gewiss auf ein tiefes Niveau, *Coelorhynchus* ist ebenso in der oberen Kreide, wie im Eocän gefunden; beide unterstützen also lebhaft das untertertiäre Alter der Fauna. Und so ist es auch mit den Resten von *Zeuglodon*, welche bisher nur im Eocän gefunden wurden. Ist auch die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass sie eine grössere verticale Verbreitung haben, so sprechen doch auch sie entschieden für Untertertiär. — Mit diesem Resultat, dass die durch ihre Wirbelthierfauna ausgezeichnete Schicht der westlichen Insel des Birket-el-Qurūn der untertertiären Schichtenreihe angehört, wird man sich begnügen müssen; ob dieselbe aber dem Eocän oder dem Oligocän angehört, kann mit Sicherheit nur aus dem Studium der mit den Wirbelthieren zusammen gefundenen Mollusken und Corallen hergeleitet werden.

Bericht über die botanischen Ergebnisse einer Bereisung Thessaliens.

Von TH. v. HELDREICH.

Thessalien war bis jetzt in botanischer Beziehung fast gänzlich unbekannt geblieben, nur der Olymp war von AUCHER-ELOY (1836), von HELDREICH (1851) und von ORPHANIDES (1857) genauer untersucht worden. Über die Vegetationsverhältnisse aller übrigen Theile Thessaliens, der thessalischen Ebene, des Küstengebietes, der Gebirge Pelion, Ossa und Pindus war unsere Kenntniss im höchsten Grade mangelhaft. Weder SIBTHORP kam nach Thessalien, noch haben es spätere Botaniker untersucht. In den systematischen Hauptwerken und Floren, wie DE CANDOLLE Prodromus syst. nat. regni vegetabilis, BOISSIER Flora Orientalis und NYMAN Conspectus Florae Europaeae findet man daher die genannten Localitäten Thessaliens, mit Ausnahme des Olymps, kaum zehnmal erwähnt. Es war somit sehr wünschenswerth, diese Lücke in der Flora Graeca auszufüllen, und ich unternahm zu diesem Zwecke im Sommer vorigen Jahres (1882) eine Reise nach Thessalien und untersuchte während eines zweimonatlichen Aufenthaltes insbesondere die Umgegend von Volo, das Peliongebirge, die thessalische Ebene bis Larissa, das Thal von Agyiá, das Ossagebirge und das Tempethal.

Es war im voraus anzunehmen, dass die Flora Thessaliens grosse Ähnlichkeit mit der Flora der angrenzenden Landstriche, also Süd-Macedoniens im Norden und der Phthiotis und Eurytaniens im Süden zeigen werde, und dies wurde im allgemeinen durch die genauere Untersuchung auch bestätigt. Dessen ungeachtet fand ich auch einige ganz neue Pflanzenarten und mehrere für die griechische Flora neue, das heisst bis jetzt noch nicht beobachtete Typen, von welchen an geeignetem Orte eingehender die Rede sein wird.

Ausgezeichnet durch Quellenreichthum und üppigen Baumwuchs ist besonders das Peliongebirge und deshalb auch seine Vegetation

eine überaus reiche und mannigfaltige. Das Peliongebirge war schon im Alterthume wegen seiner grossen Fruchtbarkeit und seines Pflanzenreichthums berühmt, wie besonders aus einer sehr interessanten Beschreibung hervorgeht, die uns in einem Fragmente des Dicaearchos erhalten geblieben ist, wo der Pelion reich an Wäldern (»ὑλῶδες«) und an Obstbäumen (»δένδρα ἔχων τοσαῦτα καρποφόρα, ὅσα καὶ τὰς τῶν γεωργουμένων συμβαίνει χώρας«) und überhaupt πάμφορον genannt und gesagt wird, dass »ὕλης δ'ἐν αὐτῷ πᾶν φύεται γένος«.[1] Sich bis zur Höhe von 1618^{m} über den Meeresspiegel erhebend, gedeihen an der Ostküste des Pelion die Orangen und auf beiden Abhängen der Ölbaum bis zur Höhe von circa 1000^{m}. In dieser Region liegen die nach ihrer Zahl sogenannten vierundzwanzig zum Theil sehr bedeutenden Ortschaften des Pelion, (τὰ εἴκοσι τέσσαρα χωριά), meist inmitten eines dichten Waldes von Obstbäumen, vorzüglich Apfelbäumen, Kirschen, Pflaumen, Wall- und Haselnüssen. Sehr häufig ist auch der Kastanienbaum *(Castanea vulgaris Lam.)*, öfters kleine Wälder bildend. Von 1000^{m} Seehöhe bis auf die höchsten Gipfel ist das Gebirge grösstentheils mit Buchen *(Fagus silvatica L.)* bewachsen, doch leider sind diese meist nur noch als mannshohes Gesträuch vorhanden und nur selten baumförmig in grösseren Beständen. Die Zerstörung der Wälder war auch hier, wie allenthalben in Griechenland, eine nicht zu bewältigende Kalamität und die Folge davon die mit Riesenschritten unaufhaltsam überhandnehmende Entwaldung der Berge. Häufig und oft baumförmig findet sich am Pelion die im übrigen Hellas seltene, nördlicher jedoch am Olymp und in Macedonien sehr gemeine Stechpalme *(Ilex Aquifolium L.)*. Durch üppiges Wachsthum und Grösse ganz vorzüglich hervorragend ist die Platane *(Platanus Orientalis L.)*, überall in Menge wuchernd, wo fliessendes Wasser in der Nähe ist. Einzelne Platanen in den Dörfern, gewöhnlich auf den Markt- oder Gemeindeplätzen die öffentlichen Trinkquellen beschattend, haben bei entsprechend hohem Alter ganz kolossale Dimensionen erreicht, wie ich mich nicht erinnere, ähnliche anderswo gesehen zu haben. Im Dorfe Zachora auf der Ostseite des Pelion sind prachtvolle Gruppen solcher Riesenbäume: der Stamm eines der grösseren hatte, einen halben Meter über dem Boden gemessen, 12^{m} im Umfang. Von der vielbewunderten Platane in Kephissia bei Athen hat der Stamm

---

[1] Vergl. Geographi Graeci minores. ed. C. Müller, Paris. Didot. 1855, pag. 106. (Dicaearchi. ut fertur, potius vero Athenaei descriptionis Graeciae fragmenta tria.) Auch Theophrast erwähnt mehrmal des Peliongebirges und nennt es unter andern sehr reich an Heilmitteln (»τῶν δὲ περὶ τὴν Ἑλλάδα τόπων φαρμακωδέστατον τό τε Πήλιον τὸ ἐν Θετταλίᾳ« Hist. pl. IX, 15, 4.)

ganz am Boden nur 9.75^{m} im Umfang. Die vorzüglichsten Erzeugnisse und zugleich wichtigsten Ausfuhrartikel des Pelion sind Olivenöl, Äpfel, Haselnüsse und Kartoffeln. Die grössten Olivenwälder, der Hauptreichthum des Landes, sind auf der Westseite des Gebirges. Die Äpfel, die einer nur wenig veredelten Spielart des sogenannten Spitzapfels angehören, sind zwar klein, aber von angenehm süssem Geschmacke und unter dem Namen φιρίκια bekannt und geschätzt und werden in grossen Quantitäten vorzüglich nach Athen und Konstantinopel ausgeführt. Die Productivität der Bäume ist eine ganz ausserordentliche, und wie ich sie im Spätsommer mit halb roth und gelben Äpfeln bis zum Brechen der Zweige beladen sah, gewährten sie einen überaus lieblichen Anblick. Die Kartoffeln gedeihen sehr gut und werden bis in die oberste Region hinauf fleissig kultivirt; es sind die besten im Orient und werden ebenfalls meist nach Athen und Konstantinopel ausgeführt. Auch sehr guten rothen Wein erzeugt der Pelion, doch nur in geringer Quantität. Die Kastanie wird nicht veredelt, daher die Früchte klein und von schlechter Qualität sind. Der Baum wird mehr seines zur Fertigung von sehr dauerhaften Balken, Dauben und Fassreifen geeigneten Holzes wegen geschätzt und benutzt.

Was die spontane Vegetation des Pelion anbelangt, so trägt sie im allgemeinen den Charakter der griechischen Gebirgsflora, namentlich der von Euboea, nicht ohne Anklänge an das westliche Gebiet der Insel Kreta. Charakteristisch ist das massenhafte Auftreten von *Pteris aquilina L.* vom Meeresufer bis auf die höchsten Höhen, ganz wie auch am Ossa, am Olymp und in Euboea. Ausserdem sind an den Quellen und Bächen Moose und Farrnkräuter ziemlich häufig, eine in den griechischen Gebirgen seltene Erscheinung. Unter den Moosen und mit ihnen verwoben fand ich nicht selten *Sibthorpia Africana L.* Diese zierliche Pflanze und *Blechnum Spicant (L.)* waren es, die mich an West-Kreta erinnerten, wo sie in den Kastanienwäldern von Enneachoria häufig wachsen, wo sich ihnen aber noch *Anagallis tenella L.* zugesellt. In der Waldregion zwischen *Pteris aquilina* fand ich eine prachtvolle 5—6 Fuss hohe *Salvia,* wie es scheint eine neue Art *(S. Eichleriana Heldr. Mss.).* Auch unter den Moosen fanden sich ein paar neue Arten Der bei weitem merkwürdigste Fund, den ich am Pelion zu machen das Glück hatte, ist indess *Siphonostegia Syriaca (Boiss. et Reut.),* indem das eigentliche Verbreitungscentrum der Rhinanthaceen-Gattung *Siphonostegia Benth.* in Ostasien liegt und die in westlicher Richtung am weitesten vordringende Art, nämlich *S. Syriaca* bis jetzt auch nur aus Syrien und Cilicien durch KOTSCHY, BOISSIER und BALANSA bekannt war. Es ist

ein für die Flora Europa's neuer und fremdartiger Typus. Ich fand die interessante Pflanze in grosser Menge auf der Ostseite in der unteren Region des Pelion, auf sonnigen Hügeln zwischen *Erica arborea L.* wachsend und im Juli noch blühend. Als charakteristische Pflanzen der Flora des Pelion sind ausser der schon oben geschilderten Baumvegetation und den zuletzt angeführten Arten besonders noch folgende zu nennen: *Aubrietia gracilis Sprun., Berteroa incana (L.), Cardamine acris Griseb.* (auch noch südlicher vom Dirphys in Euboea bekannt), *Berberis Cretica L.* (überaus häufig, wie auf allen griechischen Hochgebirgen), *Dianthus viscidus Bory et Chaub., Silene multicaulis Guss., Hypericum Olympicum L., Geranium striatum L., Cytisus Austriacus L., Medicago falcata L., Galega officinalis L.* (in grosser Menge), *Rubus tomentosus Borkh., Potentilla hirta L., Agrimonia Eupatoria L., Myrtus communis L., Epilobium spicatum Lam.* (in grosser Menge und eine wahre Zierde der Waldregion), *Epil. lanceolatum Seb. et Maur., Circaea lutetiana L.* (auch am Ossa), *Eryngium amethystinum L. β. tenuifolium Boiss.* (in grosser Menge), *Bupleurum semidiaphanum Boiss., Sison Amomum L.* (auch am Ossa), *Asperula Aparine MB., Scabiosa Ucranica L., Achillea grandifolia Friv., Ach. compacta W., Achillea nov. spec., Artemisia campestris L., Centaurea Macedonica Heldr., Cent. Pelia DC., C. Salonitana Vis., Cirsium Candelabrum Griseb.* (in grosser Menge auch am Ossa), *Cirs. Siculum Spreng., Cirs. odontolepis Boiss., Chamaepeuce Afra DC., Hieracium macranthum Ten., Hier. bracteolatum Sibth., Campanula Leutweinii Heldr.* (auch in Euboea gefunden und häufiger noch am Ossa wachsend), *Camp. Trachelium L. β. Orientalis Boiss., Erica arborea L.* (in grosser Menge), *Primula acaulis Jacq.* (sehr häufig), *Lysimachia punctata Jacq., Ilex Aquifolium L., Cuscuta leucosphaera Boiss. et Heldr., Verbascum mallophorum Boiss. et Heldr., Verb. epixanthinum Boiss. et Heldr., Digitalis grandiflora All., Dig. laevigata WK., Linaria Macedonica Griseb., Odontites Linkii Heldr. et Sart.* (ausserdem am Parnassos), *Origanum hirtum Vogel, Sideritis Scardica Grisb., Stachys Germanica L. β. penicillata Heldr., Phlomis Samia L., Euphorbia oblongata Grisb., Euph. Myrsinites L., Alnus glutinosa (L.), Juniperus Oxycedrus L., Cyperus flavescens L., Cyp. fuscus L., Trisetum flavescens (L.), Sorghum Halepense (L.)* (in grosser Menge und als Viehfutter benutzt). *Fontinalis Heldreichii Müll., Hypnum irriguum Brid., Brachythecium rivulare Br. et Schimp., Marchantia polymorpha L.* u. s. w.

Botanisch weniger interessant, viel einförmiger und trockner, weil in der oberen Region weniger quellenreich, fand ich das Ossagebirge (jetzt Kissavos genannt). Doch sind hier, besonders auf der Ostseite, die Wälder ausgedehnter und besser erhalten als am Pelion. Die Zerstörung ist noch nicht in gleichem Maasse vorgeschritten, weil der

Ossa viel unzugänglicher und wilder und viel weniger bewohnt ist. Dennoch werden leider auch hier die herrlichen Wälder von Kohlenbrennern schonungslos und ohne jede forstliche Regel ausgebeutet und zerstört; gerade die jüngeren Bäume werden als leichter fällbar vorzugsweise zu diesem Zwecke ausgesucht. Die Westseite des Ossa ist weniger bewaldet, doch fand ich auch hier schöne Bestände von Buchen und der baumförmigen *Quercus coccifera var. Calliprinos Webb.* Den schönsten Wald, der wegen seiner Dichtigkeit und seines naturwüchsigen Zustandes fast mit einem Urwalde zu vergleichen ist, fand ich auf der Ostseite zwischen dem am nordöstlichen Fusse des Ossa gelegenen Küstenorte Tziágesi und dem Dorfe Karytza, vom Meere sich bis hoch an den Berg hinauf erstreckend und zu dem höchst malerisch mitten darin gelegenen alten Kloster Hagios Demetrios gehörend. Er besteht hauptsächlich, wie mehr oder weniger alle Wälder an den östlichen Abhängen des Ossa, aus *Kastanien, Buchen, Platanen, Erlen (Alnus glutinosa L.), Quercus conferta Kit., Q. Ilex L., Fraxinus excelsior L., F. Ornus L., Acer campestre L., Pirus Malus L., Pirus amygdaliformis Vill., Sorbus domestica L., Cercis Siliquastrum L., Tilia intermedia DC.* und *Tilia argentea Desf.,* letztere schöne Lindenart besonders häufig in grossen Exemplaren beim Kloster Hagios Demetrios. Die trocknern Abhänge in der untern Region des Ossa bedecken dichte Makkien aus *Paliurus aculeatus Lam., Pistacia Terebinthus L., Rhus Coriaria L., Rh. Cotinus L., Calycotome villosa (Vahl), Spartium junceum L., Cornus mas L., Arbutus Unedo L., Erica arborea L., E. verticillata Forsk., Olea Europaea var. Oleaster DC.* (der wilde Ölbaum, meist strauchförmig), *Osyris alba L., Quercus coccifera L., Juniperus Oxycedrus L.* etc. Die Kornelie *(Cornus mas L.)* findet sich so massenhaft am Ossa, dass die Früchte eine kleine Einnahmequelle der armen Landbevölkerung ausmachen. Die Weiber sammeln die reifen Früchte und bringen sie zum Verkauf auf den Markt nach Ampelakia, Agyiá und Larissa. Ausser der gewöhnlichen Varietät mit rothen Früchten giebt es auch noch eine andere mit etwas kleineren gelben Früchten, die mir unbekannt war. Auch die Früchte des am Ossa in so grosser Menge wachsenden Erdbeerbaumes *(Arbutus Unedo L.)* werden von den Bauern in grossen Massen eingesammelt, um einen sehr guten Branntwein (Ῥακί) daraus zu bereiten, der hier zu Lande allgemein im Gebrauch ist. Im Hellas ist diese Benutzung der Früchte des Erdbeerbaumes unbekannt. Die Kultur des Bodens ist am Ossa sehr beschränkt, denn die Bewohner der wenigen Dörfer sind grösstentheils Kohlenbrenner, Hirten und Seeleute. Die einzigen Producte sind Mais, Kartoffeln, etwas Öl und Wein.

Charakteristische Pflanzen aus der Flora des Ossa kann ich ausser

den schon genannten Bäumen und Sträuchern und einigen schon oben unter den Pflanzen des Pelion erwähnten Arten nur noch wenige anführen, nämlich folgende: *Delphinium halteratum Sibth., Lunaria biennis Mnch., Malachium aquaticum (L.), Herniaria incana Lam., Evonymus Europaeus L.* (im Thale von Agyiá), *Rosa glutinosa Sibth., Rosa spec., Pastinaca spec.* (bei Agyiá), *Scabiosa tenuis Sprun., Inula Britanica L., Heliotropium suaveolens MB., Solanum Dulcamara L., Physalis Alkekengi L., Linaria Sibthorpiana β. Parnassica Boiss. et Heldr., Asphodeline Liburnica (Scop.)* etc.

Besonders kennzeichnend für die Flora des Pelion und Ossa ist der gänzliche Mangel der *Abietineen*, während doch *Pinus Halepensis Mill.* auf Euboea und im ganzen südlichen Hellas, mit Ausnahme der meisten Inseln, auf allen Vorbergen bis an das Meeresufer der verbreitetste Baum ist, und *Abies Apollinis Link*, oft mit *Pinus Laricio Poir.* gemischt, auf den meisten Hochgebirgen (Oeta, Parnass, Kandyli und Dirphys in Euboea, auf den Bergen des Peloponnes etc. etc.) in einer Seehöhe von circa 2500 oder 3000 bis zu 5000 Fuss ausgedehnte Waldgürtel bildet. Die beiden zuletzt genannten Coniferen treten erst wieder am thessalischen Olymp auf, wo sie zum Theil mit Buchen abwechselnd grosse Wälder bilden. Am Olymp fand ich auch noch eine andere *Pinus*-Art, nämlich *P. leucodermis Ant. (P. Heldreichii Christ)*, nach Nyman eine Subspecies von *P. nigricans Host*, welche hier die Südgrenze ihrer Verbreitung erreicht. Bemerkenswerth ist es, dass Dicaearchos in der schon erwähnten Beschreibung des Pelion unter den daselbst wachsenden Bäumen zugleich mit der Buche (ὀξύη), den Ahornarten (σφένδαμνος und ζυγία), der Cypresse (Κυπάρισσος) und dem *Juniperus Oxycedrus* (Κέδρος) auch die Edeltanne (ἐλάτη) aufzählt. Sollte die Tanne im Alterthum auf dem Pelion heimisch gewesen und seitdem verschwunden sein, oder die Angabe des Dicaearchos auf einem Irrthum beruhen? —

Erwähnenswerth sind zwei wohl kaum bekannte Mineralquellen, die beide sehr wasserreich und beim Volke unter dem Namen κοκκινόνερο »rothes Wasser« wegen des rostfarbenen Eisenniederschlages bekannt sind und am Ostabhange des Ossa eine gute Wegstunde südlich vom Dorfe Karytza entspringen. Dem Geschmack nach zu urtheilen, enthält das Wasser der einen Quelle nebst Eisen auch Schwefel und Natronsalze, das der anderen dagegen keinen Schwefel, aber statt dessen mehr Natron und sehr viel Kohlensäure; es hat ganz den Geschmack des Wassers aus der Quelle Hauterive in Vichy. Beide Quellen sind kalt, d. h. sie haben eine Temperatur von circa 12° C. Sie verdienen jedenfalls noch näher untersucht zu werden.

Südlich vom Ossa, zwischen diesem und dem nördlichen unter dem Namen Mavrovuni bekannten Theile des Pelion, liegt das fruchtbare Thal von Agyiá mit dem Städtchen gleichen Namens und mehreren Dörfern. In der schönen wohlbewässerten Thalebene wird Getreide, Mais, sehr viel Sesam (*Sesamum Indicum L.*) und Wein gebaut, auch giebt es bei Agyiá und Retziani grosse Pflanzungen von Maulbeerbäumen zur Seidenzucht.

Eine der fruchtbarsten und besonders für die Maiskultur geeignetsten Gegenden Thessaliens ist die Küstenebene, die sich vom Ossa und der Mündung des Peneios bei Tziágesi und Laspochori längs des thermaïschen Meerbusens zwischen diesem und dem Olymp bis an die macedonische Grenze bei Katerine hinzieht. Mais ist hier das Hauptproduct. Bei Laspochori werden auch in grosser Menge vorzügliche Wassermelonen (*Cucumis Citrullus L.*) gezogen. Es ist hier auch ein kräftiger Baumwuchs, namentlich sieht man zahlreiche schöne Bäume von *Celtis australis L.*, *Ulmus campestris L.*, *Populus alba L.*, *Quercus pedunculata Ehrh.*, *Fraxinus excelsior L.* und *Acer campestre L.* Dazwischen wuchert oft mannshoch *Pteris aquilina*, aus der die noch höheren Blüthenstengel von *Inula Helenium L.* hervorragen. Letztere ist besonders häufig am Fuss des Olymp. Ebendaselbst findet sich auch in grosser Menge und sehr oft baumförmig *Ilex Aquifolium L.* und *Buxus sempervirens L.*

Der Peneios entspringt auf der Pinduskette an der Westgrenze Thessaliens, strömt bei Trikala und Larissa vorüber und immer in östlicher Richtung durch den ca. 15^{km} langen Engpass zwischen Ossa und Olymp — das im Alterthume so berühmte Tempethal. Die meist sehr schroffen malerisch gestalteten Felsenwände und Bergabhänge zu beiden Seiten und die reiche Vegetation von Bäumen und Sträuchern, welche alles dicht bekleidet von den Höhen bis an die Ufer des Flusses und oft bis in diesen selbst, dann zuletzt der überraschende und herrliche Blick auf das Meer, bevor das Thal unweit Laspochori in die Küstenebene ausmündet, bilden ein stets wechselndes Bild von so vorzüglicher landschaftlicher Schönheit, dass man den Ruf, den das Tempethal deshalb genoss, vollkommen gerechtfertigt findet, ein Ruf, der dem Natursinn der Alten alle Ehre macht. Vorherrschende Baumformen im Tempethal sind folgende: *Platanen* und *Weiden* (*Salix alba L.*) am Ufer und oft auch mitten im Peneios, wilde *Feigenbäume* und *Keuschlamm* (*Vitex Agnus castus L.*) ebenfalls am Flussufer, dann mehr an den Abhängen *Quercus coccifera L.*, *Q. Ilex L.*, *Carpinus Duinensis Scop.*, *Ostrya carpinifolia Scop.*, *Olea Europaea var. Oleaster DC.*, *Phillyrea media L.*, *Fraxinus Ornus L.*, *Paliurus aculeatus Lam.*, *Pistacia Terebinthus L.*, *Rhus Cotinus L.*, *Punica*

Granatum L. wild oder verwildert, und *Cercis Siliquastrum L. Clematis Vitalba L., Epheu* und wilde *Reben* umranken malerisch die Bäume. Bei der köstlichen kalten Quelle, die am Fusse des Κάστρον τῆς Ὡραίας (Burg der Schönen) mitten im Tempethal hervorquillt, fand ich an schattigen Felsenwänden *Grammitis Ceterach (L.), Polypodium vulgare L., Asplenium trichomanes L., Anomodon viticulosus Hook. et Tayl.* und noch eine neue Moosart *(Leskea Heldreichii Fehlner).*

Zum Schluss noch einige Worte über die grosse thessalische Ebene, die sich in geringer Seehöhe zwischen Volo und Larissa östlich und zwischen Pharsala, Karditza und Trikala im Westen ausdehnt, fast in der Mitte der Länge nach durch einen Höhenzug in zwei etwas ungleiche Hälften getheilt, wovon eine jede bei 60—70^{km} Länge 15—30^{km} Breite hat. Sie ist höchst einförmig und fast ganz baumlos und wird zum grössten Theil mit Getreide angebaut, dessen Ausfuhr die bedeutendste Einkunftsquelle für das Land ausmacht. Im Winter oft überschwemmt und zum Theil in seeartige Sümpfe verwandelt, ist die Ebene im Sommer ein grosses Stoppelfeld und wegen der unerträglichen Hitze nur bei Nacht zu bereisen. Der Botaniker findet hier nicht viel zu beobachten. Die ganze Flora besteht zur Sommerzeit aus einigen Disteln und Ackerpflanzen, zu denen sich merkwürdigerweise einige Arten gesellen, die sonst den Meeresniederungen eigen sind, hier aber noch tief im Lande in beträchtlicher Entfernung von der Küste auftreten. Als in der thessalischen Ebene allgemein verbreitete Pflanzen notirte ich folgende: *Ammi Visnaga L.*, die bekannte Zahnstocherpflanze, die in grosser Masse alle Stoppelfelder bedeckt, *Echinops microcephalus Sibth., Centaurea Salonitana Vis., Carthamus dentatus (Vahl), Xanthium spinosum L., Marrubium peregrinum L., Peganum Harmala L.* (deren Asche als rother Färbestoff benutzt wird), *Hypericum crispum L.*[1], *Leontice Leontopetalum L.* und an mehr feuchten Stellen, die im Winter überschwemmt sind, die Seestrandpflanzen *Eryngium Creticum Lam., Cardopatium corymbosum (L.), Statice Limonium L.* und *Juncus acutus L.* — Bei Larissa an den Ufern des Peneios ist die Vegetation auch sehr einförmig und arm an Arten. Sie beschränkt sich auf eine Weidenart (*Salix alba L.*), *Tamarix Pallasii Desv., Lythrum Salicaria L., Artemisia campestris L.*, eine Riesenform von *Salsola Kali L.* und im Ufersande *Glinus lotoides L., Heliotropium supinum L.* und *Fimbristylis dichotoma (Rottb.).*

Am Meeresstrande bei Volo fand ich in grosser Menge mehrere

---

[1] Die starren, viel verästelten Blüthenstengel von *Hypericum crispum* und *Marrubium peregrinum* in grosse Büschel zusammengebunden, werden in Thessalien allgemein als Kehrbesen benutzt.

Salsolaceen: Salsola Soda L., S. Kali L., Suaeda setigera DC., Salicornia fruticosa L., Atriplex portulacoides L. und *Chenopodium urbicum L.,* ferner *Ammi majus L., Echinophora Sibthorpiana Guss, Cynanchum acutum L., Datura Stramonium L., Statice Limonium L.* u. s. w., und als Auswurf des Meeres drei Seegräser (nämlich *Zostera marina L., Z. nana Roth.* und *Cymodocea nodosa (Ucria)* nach der Bestimmung des Hrn. Prof. ASCHERSON und mit der Bemerkung, dass das Vorkommen der beiden letzteren in den griechischen Gewässern bis jetzt noch nicht nachgewiesen war).

Von den in Thessalien von mir beobachteten Pflanzen finden nach unserer jetzigen Kenntniss über deren Verbreitung in Europa folgende Arten die äquatoriale Grenze derselben am Pelion und Ossa: *Tilia argentea Desf.* (am Ossa), *Malachium aquaticum (L.)* (im Thale von Agyiá am Fuss des Ossa), *Geranium nodosum L.* (am Pelion), *Cytisus Austriacus L.* (am Olymp und Pelion), *Astragalus glycyphyllos L.* (am Pelion), *Rubus saxatilis L.* und *R. caesius L.* (am Olymp), *Epilobium spicatum Lam.* (am Olymp und Pelion), *Circaea lutetiana L.* (am Ossa und Pelion), *Sison Amomum L.* (am Ossa und Pelion; nach BOISSIER's Flora Orient. aus der Balkanhalbinsel noch gar nicht bekannt), *Achillea compacta W.* (Macedonien und Pelion), *Artemisia campestris L.* (thessalische Ebene und Pelion), *Lysimachia punctata Jacq.* (Pelion), *Gentiana verna L.* (Olymp), *Digitalis grandiflora All.* (Olymp und Pelion), *Linaria Macedonica Grisb.* (Macedonien, Pelion), *Cyperus flavescens L.* (Pelion). — *Ilex Aquifolium L.* findet sich auch noch, obwohl selten, in Euboea und am Oeta. *Buxus sempervirens L.,* so häufig am Olymp, findet sich auch, jedoch seltener am Pelion, und ausserdem nur noch in Mitteleuboea an einer einzigen nach seinem Vorkommen Pyxariá benannten Localität.

Im Ganzen beobachtete ich während meiner vorjährigen Reise in Thessalien circa 450 Pflanzenarten. Rechnet man zu diesen circa 250 schon früher in Thessalien und meist speciell am Olymp beobachtete Arten, so ergiebt sich 700 als beiläufige Totalsumme der bis jetzt aus Thessalien bekannten Arten, d. h. höchst wahrscheinlich kaum die Hälfte der in dieser Provinz wildwachsenden Gefässpflanzen. Ich habe ein genaues systematisches Verzeichniss aller von meinen Vorgängern und mir in Thessalien bis jetzt aufgefundenen Pflanzen aufgestellt und zwar mit Berücksichtigung der einzelnen Hauptlocalitäten (Olymp, Ossa, Pelion, thessalische Ebene etc.) und zugleich zum Vergleiche in besondere Columnen die Summe der aus Euboea und Nordgriechenland bekannten Pflanzen, ebenfalls nach Hauptlocalitäten geordnet (Oeta, Korax, Tymphrestos, Phthiotis, Parnassos, Euboea etc.). Ich halte es jedoch noch nicht an der Zeit, es zu

veröffentlichen, weil es für Thessalien noch zu unvollständig ist. Zur Vervollständigung ist wenigstens noch eine Excursion nach Thessalien durchaus nothwendig, und wäre es auch nur auf den Pelion, um dort die sehr mangelhaft bekannte Frühlingsflora kennen zu lernen. Ich beabsichtige daher zu diesem Zwecke im Laufe des Frühjahrs einen Ausflug nach Volo und auf den Pelion zu unternehmen.

Über Mantipus und Phrynocara, zwei neue Batrachiergattungen aus dem Hinterlasse des Reisenden J. M. Hildebrandt von Madagascar.

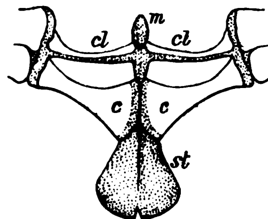
Von W. Peters.

In der Sammlung der Naturalien, welche der auf Madagascar verstorbene Reisende J. M. Hildebrandt hinterlassen, sind mir zwei neue Gattungen von Batrachiern aufgefallen, die zu der merkwürdigen Gruppe der *Dyscophi* gehören, welche ich mir erlaube vorzulegen.

Mantipus nov. gen.[1]

Dentes intermaxillares, maxillares. Series dentium vomerinorum elongata, post choanas posita. Pupilla horizontalis? Lingua ovalis, integra, elongata, postice libera. Membrana tympani obtecta, vix visibilis. Digiti liberi, apice furcillati. Metatarsi externi conjuncti. Coracoidea robusta, claviculae tenues, manubrium sterni cartilagineum, sternum cartilagineum, magnum disciforme. Processus sacrales transversi modice dilatati.

Vom Habitus der Laubfrösche. Vomerzähne in einer langen Querreihe hinter den Choanen. Zunge verlängert, oval, ganzrandig, hinten und an den Seiten frei. Trommelfell wenig sichtbar. Pupille scheinbar horizontal. Keine Paratoiden. Finger und Zehen frei, am Ende verbreitert, die letzte Phalanx gabelförmig. Äussere Mittelfussglieder mit einander verbunden. Sternalapparat mit starken Coracoidea, dünnen, hinten knorpeligen, Claviculae, elliptischem knorpeligen Manubrium und knorpeligem, in der Mitte des hinteren Randes eingeschnittenem Sternum. Querfortsätze des Kreuzbeins mässig plattenförmig verbreitert.



---

[1] Μάντις, πούς.

[2] Sternalapparat von *Mantipus Hildebrandti: cl* Clavicula, *c* Coracoideum, *m* Manubrium sterni, *st* Sternum. Einmal vergrössert.

Mantipus Hildebrandti n. sp.

M. supra fusconiger, subtus pallidior.

Habitatio: Madagascar centralis.

Kopf abgeplattet, breiter als lang. Schnauze dreieckig, stumpfspitzig, etwas länger als das Auge, mit deutlichem Canthus rostralis; Nasenlöcher der Schnauzenspitze viel näher als dem Auge. Interorbitalraum doppelt so breit wie das obere Augenlid. Die Pupille scheint horizontal zu sein, ist aber nicht deutlich erkennbar. Das Trommelfell ist von der Haut überzogen, wenig erkennbar, im Durchmesser nur halb so gross wie das Auge. Vomerzähne bilden jederseits eine lange Reihe, welche hinter und nach aussen von den Choanen beginnt. Sie convergiren nach hinten und werden in der Mitte durch einen kleinen Zwischenraum von einander getrennt. Die Zunge ist gross, länglich oval, vorn zugespitzt, hinten und an den Seiten frei.

Der Körper ist oben und unten glatt. Auch die hintere Seite der Oberschenkel zeigt nur einige kleine Granula.

Die vordere Extremität reicht mit dem dritten längsten Finger an die Analöffnung. Die Finger sind ganz frei und am Ende dreieckig verbreitert. Der erste Finger ist merklich kürzer als der zweite, welcher letztere aber von dem vierten überragt wird, während der dritte bei weitem am längsten ist. Die hintere Extremität reicht mit dem Tibiatarsalgelenk bis zu der Mitte des Auges. Die Zehen sind ganz frei, die äusseren Metatarsalglieder aneinander geheftet, die Verbreiterung der Zehenenden klein, aber dreieckig, wie die der Finger. Die Fusssohle ist glatt, unter der Basis des ersten Metatarsalgliedes ein kaum merklicher länglicher Höcker.

In dem jetzigen Zustande erscheint das Thier einfarbig braunschwarz. Nur auf der Schnauze und am Bauche erscheinen Spuren einer graublauen Färbung.

Totallänge 53^{mm}; Kopflänge 17^{mm}; Kopfbreite 21^{mm}; vordere Extremität 37^{mm}; Hand 15^{mm}; hintere Extremität 9^{cm}; Fuss 42^{mm}.

Ein einziges Exemplar aus dem Innern Madagascars befand sich in der Sammlung von J. M. Hildebrandt.

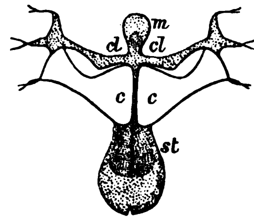
Phrynocara nov. gen.[1]

Dentes intermaxillares, maxillares; vomerini post choanas seriem transversam formantes. Pupilla horizontalis. Lingua ovalis, magna, libera. Membrana tympani distincta. Digiti liberi, apice attenuati. Metatarsi externi

[1] Φρῦνος, κάρα.

conjuncti. Coracoidea robusta, claviculae tenues, cartilagineae, manubrium ovale, cartilagineum, sternum ovale, cartilagineum, postice excisum. Processus sacrales dilatati.

Krötenförmig. Zwischenkiefer und Oberkiefer wohlbezahnt. Hinter den Choanen eine breite Querreihe von Vomerzähnen. Die Pupille ist deutlich horizontal, das Trommelfell frei, die Zunge gross, oval, hinten und an den Seiten frei, keine Paratoiden. Die Finger und Zehen sind frei, ziemlich kurz und am Ende zugespitzt. Die äusseren Metatarsalglieder sind aneinander geheftet. Am Sternalapparat sind die Coracoidea sehr stark, dagegen die Claviculae sehr dünn und knorpelig. Ebenso sind auch das Sternum und das Manubrium knorpelig dünn. Die Querfortsätze des Kreuzbeines sind deutlich verbreitert.



Phrynocara tuberatum n. sp.

Phr. supra tuberatum, fuscum, nigromaculatum, subtus fuscum flavopunctatum vel flavomaculatum.

Habitatio: Madagascar centralis.

Von dem Habitus eines *Bufo granulosus*. Schnauze etwas länger als das Auge, an der Spitze abgerundet, mit deutlichem, zwischen dem Nasenloch und dem Auge bogenförmigem, nach innen concavem Canthus rostralis. Nasenlöcher näher der Schnauzenspitze als dem Auge. Augen nach vorn convergirend, Interorbitalraum etwas breiter als das obere Augenlid. Trommelfell gross, nur ein wenig kleiner als das Auge. Zunge gross, oval, ganzrandig, hinten und an den Seiten frei. Bei den Männchen jederseits neben dem hinteren Theile der Zunge eine grosse Längsspalte. Vomerzähne bilden hinter den Choanen eine fast die ganze Gaumenbreite einnehmende Querbinde, welche eine bogenförmige, in der Mitte nach hinten convexe Linie bildet.

Die ganze Oberseite des Kopfes und Körpers ist mit grossen erhabenen Höckern versehen, an der Unterseite glatt, an der Hinterseite der Oberschenkel feiner granulirt.

Die vordere Extremität ragt bis zu der Inguinalgrube. Die Finger sind ganz frei, der erste ist kürzer als der zweite, welcher eben so

---

[1] Sternalapparat von *Phrynocara tuberatum*. *c* Coracoideum, *cl* (knorpelige) Clavicula, *m* Manubrium sterni, *st* Sternum. Einmal vergrössert.

weit vorragt wie der vierte, während der dritte diese um die ganze Länge des ersten Fingers überragt. Unter der Hand ein innerer stärkerer und ein mittlerer schwächerer länglicher Höcker. Die hintere Extremität überragt mit der längsten vierten Zehe die Schnauze, hat die Zehen ganz frei und, wie die Finger, am Ende verschmälert. Unter dem Metatarsus zwei rundliche Höcker, von denen der innere der viel stärkere ist.

Oben graubraun oder gelblich dunkelbraun mit dunklen, schwärzlichen Flecken. Der hintere Theil der Körperseite und der Inguinalgegend gelb gefleckt. Unten dunkelbraun mit gelben Punkten oder Flecken; die Weibchen sind auch an der Kehle gefleckt, die Männchen dagegen hier einfach dunkelbraun. Die Hinterseite der vorderen Gliedmassen, die vordere und hintere Seite der Oberschenkel, die Unterseite der Unterschenkel und die Oberseite des Fusses mit den vier inneren Zehen gelbgefleckt.

Totallänge 42^{mm}; Kopflänge 13^{mm}; Kopfbreite 16^{mm}; vordere Extremität 26^{mm}; Hand 10^{mm}; hintere Extremität 5^{cm}; Fuss 24^{mm}.

Fünf Exemplare verschiedener Grösse aus dem Innern von Madagascar, aus der hinterlassenen Sammlung von J. M. Hildebrandt.

Untersuchungen über die Bestimmung von Oberflächen mit vorgeschriebenen, die Krümmungsverhältnisse betreffenden Eigenschaften.

Von R. Lipschitz.

(Vorgelegt am 18. Januar [s. oben S. 64].)

(Fortsetzung der Mittheilung vom 14. December 1882.)

III.

Bevor in die Betrachtung die zu unserem Raume gehörige Voraussetzung $n=3$ eingeführt wird, bemerke ich, dass die in (28), I und (30), I gegebenen Darstellungen der Formen $\sum\limits_{a} dx_a^2$ und $\sum\limits_{a} d\xi_a^2$ den in (6), I und (7), I ausgedrückten Sätzen entsprechen, welche in dem Aufsatze des Hrn. Darboux: Sur une nouvelle série de systèmes orthogonaux algébriques, comptes rendus de l'ac. des sc. de Paris, t. LXIX, année 1869, 9 août, p. 392 berührt sind. Die n Grössen ξ_a, die der Gleichung $\sum\limits_{a} \xi_a^2 = 1$ genügen und daher die rechtwinkligen Coordinaten eines Punktes einer Gauss'schen Kugel in dem nach Riemann's Ausdruck ebenen Raume von n Dimensionen darstellen, bilden ferner eine Mannigfaltigkeit von $n-1$ Dimensionen und von constantem der positiven Einheit gleichem Krümmungsmaasse, wie von Hrn. Helmholtz in der Abhandlung: Über die Thatsachen, die der Geometrie zum Grunde liegen, Nachrichten der K. G. d. Wiss. zu Göttingen, 1868, 3. Juni, für $n=4$ nachgewiesen, und in dem Aufsatze: Fortgesetzte Untersuchungen in Betreff der ganzen homogenen Functionen von n Differentialen, Borchardt's Journal f. Math., Bd. 72, S. 37 u. ff. allgemein gezeigt ist.

Bei der nunmehrigen Annahme $n=3$ werde ich die rechtwinkligen Coordinaten eines Punktes im Raume mit x, y, z, die rechtwinkligen Coordinaten des Punktes der Gauss'schen Kugel, welche der Normale der Fläche $\Phi(x, y, z) = \text{const.}$ im Punkte (x, y, z) entspricht, mit ξ, η, ζ bezeichnen, und in (26), I statt $A_{1,1}$, $A_{1,2}$, $A_{1,3}$, $A_{2,1}$, $A_{2,2}$, $A_{2,3}$, respective A_1, B_1, C_1, A_2, B_2, C_2 setzen. Dann folgt aus (4), I die

Darstellung des reciproken Krümmungsradius eines Normalschnittes der Fläche $\Phi(x, y, z) = \text{const.}$ im Punkte (x, y, z)

$$(1) \qquad \frac{1}{\rho} = \frac{d\xi dx + d\eta dy + d\zeta dz}{dx^2 + dy^2 + dz^2},$$

aus (26), I das System von Gleichungen

$$(2) \qquad \begin{cases} A_1^2 + B_1^2 + C_1^2 = 1 \\ A_2^2 + B_2^2 + C_2^2 = 1 \\ \xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 = 1 \\ A_1 A_2 + B_1 B_2 + C_1 C_2 = 0 \\ A_1 \xi + B_1 \eta + C_1 \zeta = 0 \\ A_2 \xi + B_2 \eta + C_2 \zeta = 0; \end{cases}$$

zugleich folgen aus (28), I, (30), I, (27), I die Umformungen

$$(3) \qquad dx^2 + dy^2 + dz^2 = \rho_1^2 (A_1 d\xi + B_1 d\eta + C_1 d\zeta)^2 + \rho_2^2 (A_2 d\xi + B_2 d\eta + C_2 d\zeta)^2,$$

$$(4) \qquad d\xi dx + d\eta dy + d\zeta dz = \rho_1 (A_1 d\xi + B_1 d\eta + C_1 d\zeta)^2 + \rho_2 (A_2 d\xi + B_2 d\eta + C_2 d\zeta)^2,$$

$$(5) \qquad d\xi^2 + d\eta^2 + d\zeta^2 = (A_1 d\xi + B_1 d\eta + C_1 d\zeta)^2 + (A_2 d\xi + B_2 d\eta + C_2 d\zeta)^2,$$

$$(6) \qquad \begin{cases} dx = \rho_1 A_1 (A_1 d\xi + B_1 d\eta + C_1 d\zeta) + \rho_2 A_2 (A_2 d\xi + B_2 d\eta + C_2 d\zeta) \\ dy = \rho_1 B_1 (A_1 d\xi + B_1 d\eta + C_1 d\zeta) + \rho_2 B_2 (A_2 d\xi + B_2 d\eta + C_2 d\zeta) \\ dz = \rho_1 C_1 (A_1 d\xi + B_1 d\eta + C_1 d\zeta) + \rho_2 C_2 (A_2 d\xi + B_2 d\eta + C_2 d\zeta). \end{cases}$$

Die Fläche $\Phi(x, y, z) = \text{const.}$ ist hier nur der einen Bedingung unterworfen, dass das Krümmungsmaass $\frac{1}{\rho_1 \rho_2}$ nicht gleich Null sein darf; mithin sind die abwickelbaren Flächen allein von der Untersuchung ausgeschlossen. Es mögen nun die rechtwinkligen Coordinaten ξ, η, ζ vermittelst der Gleichungen

$$(7) \qquad \xi = \cos\vartheta, \ \eta = \sin\vartheta \cos\phi, \ \zeta = \sin\vartheta \sin\phi$$

durch die unabhängigen Polarcoordinaten ϑ und ϕ ausgedrückt werden, wo der Winkel ϑ von 0 bis π, der Winkel ϕ von 0 bis 2π geht. Alsdann genügt den Gleichungen (2) das folgende besondere System von Grössen

$$(8) \qquad A_1 = \frac{\partial \xi}{\partial \vartheta}, \ B_1 = \frac{\partial \eta}{\partial \vartheta}, \ C_1 = \frac{\partial \zeta}{\partial \vartheta}$$

$$A_2 = \frac{1}{\sin\vartheta} \frac{\partial \xi}{\partial \phi}, \ B_2 = \frac{1}{\sin\vartheta} \frac{\partial \eta}{\partial \phi}, \ C_2 = \frac{1}{\sin\vartheta} \frac{\partial \zeta}{\partial \phi},$$

wie sich leicht ergiebt, sobald man die mit zwei verschiedenen Differentiationszeichen d und δ aus (7) abgeleitete Gleichung

$$(9) \qquad d\xi\, \delta\xi + d\eta\, \delta\eta + d\zeta\, \delta\zeta = d\vartheta\, \delta\vartheta + \sin^2\vartheta\, d\phi\, \delta\phi$$

benutzt. Bekanntlich lässt sich der Inhalt des Systems (2) durch die Forderung ersetzen, dass die Gleichung, welche aus (5) entsteht, indem auf der rechten Seite der Ausdruck $(\xi d\xi + \eta d\eta + \zeta d\zeta)^2$ hinzuaddirt wird, für unabhängige Werthe der drei Differentiale $d\xi$, $d\eta$, $d\zeta$ befriedigt werden soll. Wenn daher zwei Systeme A_1, B_1, C_1, A_2, B_2, C_2

von der verlangten Beschaffenheit vorliegen, deren eines durch einen oben hinzugefügten Strich ausgezeichnet werde, so folgt durch doppelte Anwendung der eben erwähnten Gleichung, dass die Relation

$$(10)\quad \begin{aligned}&(A_1\,d\xi + B_1\,d\eta + C_1\,d\zeta)^2 + (A_2\,d\xi + B_2\,d\eta + C_2\,d\zeta)^2 \\ &= (\overline{A_1}\,d\xi + \overline{B_1}\,d\eta + \overline{C_1}\,d\zeta)^2 + (\overline{A_2}\,d\xi + \overline{B_2}\,d\eta + \overline{C_2}\,d\zeta)^2\end{aligned}$$

für unabhängige Differentiale $d\xi, d\eta, d\zeta$ erfüllt sein muss. Daher wird das allgemeinste System A_1, B_1, C_1, A_2, B_2, C_2 aus einem besonderen System $\overline{A_1}$, $\overline{B_1}$, $\overline{C_1}$, $\overline{A_2}$, $\overline{B_2}$, $\overline{C_2}$ abgeleitet, indem man die allgemeinste Transformation einer Summe von zwei Quadraten in sich selbst zu Hülfe nimmt. Diese Thatsache ist in II für einen beliebigen Werth der Zahl n hervorgehoben. Auf die algebraischen Eigenschaften der Summen von zwei Quadraten gründet sich die Einführung der imaginären Einheit $i = \sqrt{-1}$. Indem nun die linke und rechte Seite von (10) mit Zuziehung dieser Einheit in complexe Factoren zerlegt wird, folgt durch bekannte Schlüsse entweder die mit der reellen Grösse σ gebildete Gleichung

$$(11)\quad \begin{aligned}&A_1 d\xi + B_1 d\eta + C_1 d\zeta + i(A_2 d\xi + B_2 d\eta + C_2 d\zeta) \\ &= e^{i\sigma}(\overline{A_1} d\xi + \overline{B_1} d\eta + \overline{C_1} d\zeta + i(\overline{A_2} d\xi + \overline{B_2} d\eta + \overline{C_2} d\zeta)),\end{aligned}$$

oder die mit der reellen Grösse τ gebildete Gleichung

$$(11^*)\quad \begin{aligned}&A_1 d\xi + B_1 d\eta + C_1 d\zeta - i(A_2 d\xi + B_2 d\eta + C_2 d\zeta) \\ &= e^{i\tau}(\overline{A_1} d\xi + \overline{B_1} d\eta + \overline{C_1} d\zeta + i(\overline{A_2} d\xi + \overline{B_2} d\eta + \overline{C_2} d\zeta)).\end{aligned}$$

Substituirt man für $\overline{A_1}$, $\overline{B_1}$, $\overline{C_1}$, $\overline{A_2}$, $\overline{B_2}$, $\overline{C_2}$ die in (8) auf der rechten Seite angegebenen besonderen Werthe, so entstehen aus (11) die Bestimmungen

$$(12)\quad \begin{cases} A_1 + iA_2 = e^{i\sigma}\left(\dfrac{\partial \xi}{\partial \vartheta} + \dfrac{i}{\sin\vartheta}\dfrac{\partial \xi}{\partial \phi}\right) \\ B_1 + iB_2 = e^{i\sigma}\left(\dfrac{\partial \eta}{\partial \vartheta} + \dfrac{i}{\sin\vartheta}\dfrac{\partial \eta}{\partial \phi}\right) \\ C_1 + iC_2 = e^{i\sigma}\left(\dfrac{\partial \zeta}{\partial \vartheta} + \dfrac{i}{\sin\vartheta}\dfrac{\partial \zeta}{\partial \phi}\right), \end{cases}$$

dagegen aus (11*) die folgenden

$$(12^*)\quad \begin{cases} A_1 - iA_2 = e^{i\tau}\left(\dfrac{\partial \xi}{\partial \vartheta} + \dfrac{i}{\sin\vartheta}\dfrac{\partial \xi}{\partial \phi}\right) \\ B_1 - iB_2 = e^{i\tau}\left(\dfrac{\partial \eta}{\partial \vartheta} + \dfrac{i}{\sin\vartheta}\dfrac{\partial \eta}{\partial \phi}\right) \\ C_1 - iC_2 = e^{i\tau}\left(\dfrac{\partial \zeta}{\partial \vartheta} + \dfrac{i}{\sin\vartheta}\dfrac{\partial \zeta}{\partial \phi}\right). \end{cases}$$

Wenn aber jede der drei letzten Gleichungen auf beiden Seiten mit i multiplicirt und $\tau = \sigma - \frac{\pi}{2}$ genommen wird, so gehen die linken

Seiten respective in $A_2 + iA_1$, $B_2 + iB_1$, $C_2 + iC_1$ über, und der Factor $ie^{i\tau}$ ist gleich $e^{i\sigma}$. Daher können die Gleichungen (12*) aus (12) erhalten werden, indem man gleichzeitig A_1 mit A_2, B_1 mit B_2, C_1 mit C_2 vertauscht. Mit Rücksicht auf diesen Umstand wird es genügen, im Folgenden nur die Gleichung (11) und die dazu gehörigen Folgerungen (12) zu benutzen. Vermöge derselben werden $A_1, B_1, C_1, A_2, B_2, C_2$ durch die unabhängigen Variabeln ϑ und ϕ, und die einzige reelle Grösse σ dargestellt.

Die aus (8) entnommenen Werthe liefern für die auf der rechten Seite von (11) vorkommenden Ausdrücke mit Anwendung von (9) die Darstellungen

$$(13)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial \xi}{\partial \vartheta} d\vartheta + \dfrac{\partial \eta}{\partial \vartheta} d\vartheta + \dfrac{\partial \zeta}{\partial \vartheta} d\vartheta = d\vartheta \\ \dfrac{1}{\sin\vartheta}\left(\dfrac{\partial \xi}{\partial \phi} d\phi + \dfrac{\partial \eta}{\partial \phi} d\phi + \dfrac{\partial \zeta}{\partial \phi} d\phi\right) = \sin\vartheta d\phi. \end{cases}$$

Dadurch geht (11) in die Gleichung

$$(14)\quad A_1 d\xi + B_1 d\eta + C_1 d\zeta + i(A_2 d\xi + B_2 d\eta + C_2 d\zeta) = e^{i\sigma}(d\vartheta + i\sin\vartheta d\phi)$$

über, welche in die beiden Gleichungen

$$(15)\quad \begin{cases} A_1 d\xi + B_1 d\eta + C_1 d\zeta = \cos\sigma d\vartheta - \sin\sigma \sin\vartheta d\phi \\ A_2 d\xi + B_2 d\eta + C_2 d\zeta = \sin\sigma d\vartheta + \cos\sigma \sin\vartheta d\phi \end{cases}$$

zerfällt. Somit nehmen (3), (4), (5), (6) die folgende Gestalt an

$$(16)\quad \begin{cases} dx^2 + dy^2 + dz^2 = \rho_1^2(\cos\sigma d\vartheta - \sin\sigma\sin\vartheta d\phi)^2 + \rho_2^2(\sin\sigma d\vartheta + \cos\sigma\sin\vartheta d\phi)^2 \\ d\xi dx + d\eta dy + d\zeta dz = \rho_1(\cos\sigma d\vartheta - \sin\sigma\sin\vartheta d\phi)^2 + \rho_2(\sin\sigma d\vartheta + \cos\sigma\sin\vartheta d\phi)^2 \\ d\xi^2 + d\eta^2 + d\zeta^2 = d\vartheta^2 + \sin^2\vartheta d\phi^2, \end{cases}$$

$$(17)\quad \begin{cases} dx = \rho_1 A_1(\cos\sigma d\vartheta - \sin\sigma\sin\vartheta d\phi) + \rho_2 A_2(\sin\sigma d\vartheta + \cos\sigma\sin\vartheta d\phi) \\ dy = \rho_1 B_1(\cos\sigma d\vartheta - \sin\sigma\sin\vartheta d\phi) + \rho_2 B_2(\sin\sigma d\vartheta + \cos\sigma\sin\vartheta d\phi) \\ dz = \rho_1 C_1(\cos\sigma d\vartheta - \sin\sigma\sin\vartheta d\phi) + \rho_2 C_2(\sin\sigma d\vartheta + \cos\sigma\sin\vartheta d\phi), \end{cases}$$

während (12) die Bestimmungen liefert

$$(18)\quad \begin{cases} A_1 + iA_2 = e^{i\sigma}(-\sin\vartheta) \\ B_1 + iB_2 = e^{i\sigma}(\cos\vartheta\cos\phi - i\sin\phi) \\ C_1 + iC_2 = e^{i\sigma}(\cos\vartheta\sin\phi + i\cos\phi). \end{cases}$$

Lässt man den Punkt (ϑ, ϕ) auf der Gauss'schen Kugel ein Mal so weiter rücken, dass $\sin\sigma d\vartheta + \cos\sigma \sin\vartheta d\phi$ verschwindet, ein zweites Mal so, dass $\cos\sigma d\vartheta - \sin\sigma \sin\vartheta d\phi$ verschwindet, so werden dx, dy, dz respective das erste Mal den Grössen A_1, B_1, C_1, das zweite Mal den Grössen A_2, B_2, C_2 proportional. Bei dem ersten Fortschreiten wird vermöge (16) $\rho = \rho_1$, bei dem zweiten zum ersten senkrechten Fortschreiten $\rho = \rho_2$; es ist also

$$(19)\quad \sin\sigma d\vartheta + \cos\sigma \sin\vartheta d\phi = 0$$

die Differentialgleichung der Linie auf der Gauss'schen Kugel, welche der einen Krümmungslinie auf der Fläche $\Phi(x, y, z) = \text{const.}$, dagegen

$$(20)\quad \cos\sigma d\vartheta - \sin\sigma \sin\vartheta d\phi = 0$$

die Differentialgleichung der Linie auf der GAUSS'schen Kugel, welche der anderen Krümmungslinie entspricht. Mithin sind A_1, B_1, C_1 die Cosinus der mit den Coordinatenaxen gebildeten Neigungswinkel der Richtung in der Tangentialebene der Fläche $\Phi(x, y, z) = \text{const.}$, die zu dem ersten Hauptnormalschnitte gehört, und A_2, B_2, C_2 die Cosinus der Neigungswinkel der in derselben Tangentialebene befindlichen auf der ersten senkrechten Richtung, die zu dem zweiten Hauptnormalschnitte gehört. Diese beiden Richtungen und die zu ihnen senkrechte Flächennormale werden auf der GAUSS'schen Kugel durch die Ecken eines sphärischen Dreiecks repräsentirt, dessen Winkel und Seiten gleich Rechten sind, und zwar fällt das Element der der ersten Krümmungslinie entsprechenden Linie mit dem Element der von (A_1, B_1, C_1) nach $(\cos\vartheta, \sin\vartheta\cos\phi, \sin\vartheta\sin\phi)$ gezogenen Seite, das Element der der zweiten Krümmungslinie entsprechenden Linie mit dem Element der von (A_2, B_2, C_2) nach $(\cos\vartheta, \sin\vartheta\cos\phi, \sin\vartheta, \sin\phi)$ gezogenen Seite zusammen. Die eingeführte Grösse σ bestimmt die Stellung der auf einander senkrechten Hauptkrümmungsrichtungen mit Beziehung auf eine durch den Punkt (x, y, z) gezogene Parallele zur x-Axe. Wird von einem beliebigen Punkte dieser Parallele auf die Tangentialebene ein Loth gefällt, und von dem Fusspunkte desselben durch den Punkt (x, y, z) eine gerade Linie gezogen, so misst σ nach (18) den Winkel, welchen diese Linie mit der zu ρ_1 gehörigen Hauptkrümmungsrichtung bildet. Es kann daher σ als der auf die x-Axe bezogene Stellungswinkel der Hauptkrümmungsrichtungen bezeichnet werden. Wählt man bei der Determination des Stellungswinkels statt der x-Axe eine andere feste Richtung im Raume, so lassen die Gleichungen (18) erkennen, wie sich der Winkel mitändert, und wie insbesondere bei einer Vertauschung der Axen desselben rechtwinkligen Systems die für $A_1 + iA_2$, $B_1 + iB_2$, $C_1 + iC_2$ aufgestellten Ausdrücke ihre Rollen entsprechend vertauschen. Bekanntlich gilt für den auf der rechten Seite von (14) in der Klammer befindlichen Ausdruck die Darstellung

$$\frac{1}{\sin\vartheta}(d\vartheta + i\sin\vartheta d\phi) = d\log\frac{\eta + i\zeta}{1 + \xi}.$$

Daher wird die ganze rechte Seite mit Anwendung von (18) gleich dem Product

$$(14_a) \qquad -(A_1 + iA_2)\,d\log\frac{\eta + i\zeta}{1 + \xi},$$

welches vermöge einer cyklischen Vertauschung der Axen auch die beiden anderen Darstellungen gestattet

$$(14_b) \qquad -(B_1 + iB_2)\, d \log \frac{\zeta + i\xi}{1 + \eta},$$

$$(14_c) \qquad -(C_1 + iC_2)\, d \log \frac{\xi + i\eta}{1 + \zeta},$$

die leicht zu verificiren sind.

Nach dem Vorhergehenden genügt bei einer bestimmten Oberfläche die Kenntniss der beiden Hauptkrümmungsradien ρ_1 und ρ_2 und des Stellungswinkels σ als Functionen des Ortes (ϑ, ϕ) auf der zugeordneten Gauss'schen Kugel zur Darstellung von $\frac{1}{\rho}$ und daher auch zur vollständigen Kenntniss der Krümmungsverhältnisse; ferner sind in Folge dessen auch die in (17) angegebenen Ausdrücke der Differentiale dx, dy, dz bekannt. Wenn dagegen ρ_1, ρ_2 und σ als beliebige Functionen von ϑ und ϕ gegeben sind, wenn beurtheilt werden soll, ob zu den vorgelegten Functionen überhaupt eine Fläche gehört, und wenn für diesen Fall die Fläche gefunden werden soll, so werden diese Fragen auf die in II angegebene Weise erledigt, indem man für die auf der rechten Seite von (17) aufgestellten Ausdrücke die Bedingungen der Integrabilität bildet. Dort ist zugleich nachgewiesen, dass, wenn die drei Integrabilitätsbedingungen respective zuerst mit A_1, B_1, C_1 multiplicirt und addirt, hierauf mit A_2, B_2, C_2 multiplicirt und addirt werden, zwei Gleichungen entstehen, welche hinreichen, um die drei Integrabilitätsbedingungen vollständig zu ersetzen. Statt die Integrabilitätsbedingungen wie an jenem Orte aufzustellen, darf man hierbei auch die unabhängigen Variabeln ϑ und ϕ benutzen, und erhält so die drei Gleichungen

$$(21) \quad \begin{cases} \dfrac{\partial (A_1\rho_1 \cos\sigma + A_2\rho_2 \sin\sigma)}{\partial\phi} = \dfrac{\partial(-A_1\rho_1 \sin\sigma \sin\vartheta + A_2\rho_2 \cos\sigma \sin\vartheta)}{\partial\vartheta} \\[2ex] \dfrac{\partial (B_1\rho_1 \cos\sigma + B_2\rho_2 \sin\sigma)}{\partial\phi} = \dfrac{\partial(-B_1\rho_1 \sin\sigma \sin\vartheta + B_2\rho_2 \cos\sigma \sin\vartheta)}{\partial\vartheta} \\[2ex] \dfrac{\partial (C_1\rho_1 \cos\sigma + C_2\rho_2 \sin\sigma)}{\partial\phi} = \dfrac{\partial(-C_1\rho_1 \sin\sigma \sin\vartheta + C_2\rho_2 \cos\sigma \sin\vartheta)}{\partial\vartheta}. \end{cases}$$

Zu dem angegebenen Zwecke wende ich sogleich die complexen Factoren $A_1 + iA_2$, $B_1 + iB_2$, $C_1 + iC_2$ an, und erhalte durch Addition eine einzige Gleichung, welche die beiden abzuleitenden in sich schliesst. Vorher mögen die drei Gleichungen (21) in eine Gestalt gebracht werden, die für die erste Gleichung die folgende ist,

$$(22) \quad \frac{\partial\Big((A_1 + iA_2)(\rho_1 \cos\sigma - i\rho_2 \sin\sigma) + (A_1 - iA_2)(\rho_1 \cos\sigma + i\rho_2 \sin\sigma)\Big)}{2\partial\phi}$$

$$= \frac{\partial\Big((A_1+iA_2)(\rho_1 \sin\sigma + i\rho_2 \cos\sigma)\sin\vartheta + (A_1 - iA_2)(\rho_1 \sin\sigma - i\rho_2 \cos\sigma)\sin\vartheta\Big)}{2\partial\vartheta}.$$

Nun kann man aus (2) die Gleichungen

$$(23)\quad \begin{cases}(A_1+iA_2)^2 + (B_1+iB_2)^2 + (C_1+iC_2)^2 = 0\\ (A_1+iA_2)(A_1-iA_2)+(B_1+iB_2)(B_1-iB_2)+(C_1+iC_2)(C_1-iC_2)=2\end{cases}$$

ableiten, ferner mit Zuziehung von (18) bei Anwendung einer Differentiationscharakteristik δ die Gleichungen

$$(24)\quad \begin{cases}(A_1+iA_2)(\delta A_1+i\delta A_2)+(B_1+iB_2)(\delta B_1+i\delta B_2)+(C_1+iC_2)(\delta C_1+i\delta C_2)=0\\ (A_1+iA_2)(\delta A_1-i\delta A_2)+(B_1+iB_2)(\delta B_1-i\delta B_2)+(C_1+iC_2)(\delta C_1-i\delta C_2)=2i(-\delta\sigma+\cos\vartheta\,\delta\phi)\end{cases}$$

erhalten. Somit entsteht die Gleichung

$$(25)\quad \frac{\partial(\rho_1\cos\sigma+i\rho_2\sin\sigma)}{\partial\phi}+i\left(-\frac{\partial\sigma}{\partial\phi}+\cos\vartheta\right)(\rho_1\cos\sigma+i\rho_2\sin\sigma)$$
$$=-\frac{\partial\big((\rho_1\sin\sigma-i\rho_2\cos\sigma)\sin\vartheta\big)}{\partial\vartheta}+i\frac{\partial\sigma}{\partial\vartheta}(\rho_1\sin\sigma-i\rho_2\cos\sigma)\sin\vartheta.$$

Indem jetzt

$$\rho_1\cos\sigma+i\rho_2\sin\sigma=\frac{\rho_1+\rho_2}{2}e^{i\sigma}+\frac{\rho_1-\rho_2}{2}e^{-i\sigma},\ \rho_1\sin\sigma-i\rho_2\cos\sigma=-i\left(\frac{\rho_1+\rho_2}{2}e^{i\sigma}-\frac{\rho_1-\rho_2}{2}e^{-i\sigma}\right)$$

gesetzt und (25) mit $e^{-i\sigma}$ multiplicirt wird, entsteht die Gestalt

$$(26)\quad \frac{\partial\big(\rho_1+\rho_2+(\rho_1-\rho_2)e^{-2i\sigma}\big)}{\partial\phi}+i\cos\vartheta\big(\rho_1+\rho_2+(\rho_1-\rho_2)e^{-2i\sigma}\big)$$
$$=i\frac{\partial\big((\rho_1+\rho_2-(\rho_1-\rho_2)e^{-2i\sigma})\sin\vartheta\big)}{\partial\vartheta}.$$

Diese Gleichung enthält für ein System von drei Functionen ρ_1, ρ_2, σ der Variabeln ϑ und ϕ die nothwendigen und hinreichenden Bedingungen dafür, dass eine Fläche existirt, bei welcher dieselben die Bedeutung der beiden Hauptkrümmungsradien und des Stellungswinkels übernehmen können. Sobald (26) erfüllt ist, werden die rechtwinkligen Coordinaten eines Punktes dieser Fläche durch die Integration der in (17) angegebenen vollständigen Differentiale dargestellt, welche nach Einsetzung der aus (18) entnommenen Werthe in die folgenden Ausdrücke übergehen,

$$(27)\quad \begin{cases} dx=-\left(\frac{\rho_1+\rho_2}{2}+\frac{\rho_1-\rho_2}{2}\cos2\sigma\right)\sin\vartheta\,d\vartheta+\frac{\rho_1-\rho_2}{2}\sin2\sigma\sin^2\vartheta\,d\phi\\ dy=\left(\left(\frac{\rho_1+\rho_2}{2}+\frac{\rho_1-\rho_2}{2}\cos2\sigma\right)\cos\vartheta\cos\phi+\frac{\rho_1-\rho_2}{2}\sin2\sigma\sin\phi\right)d\vartheta\\ \quad+\left(-\left(\frac{\rho_1+\rho_2}{2}-\frac{\rho_1-\rho_2}{2}\cos2\sigma\right)\sin\phi-\frac{\rho_1-\rho_2}{2}\sin2\sigma\cos\vartheta\cos\phi\right)\sin\vartheta\,d\phi\\ dz=\left(\left(\frac{\rho_1+\rho_2}{2}+\frac{\rho_1-\rho_2}{2}\cos2\sigma\right)\cos\vartheta\sin\phi-\frac{\rho_1-\rho_2}{2}\sin2\sigma\cos\phi\right)d\vartheta\\ \quad+\left(\left(\frac{\rho_1+\rho_2}{2}-\frac{\rho_1-\rho_2}{2}\cos2\sigma\right)\cos\phi-\frac{\rho_1-\rho_2}{2}\sin2\sigma\cos\vartheta\sin\phi\right)\sin\vartheta\,d\phi.\end{cases}$$

Diese sind lineare homogene Functionen der drei Verbindungen

$$\rho_1 + \rho_2 + (\rho_1 - \rho_2)\cos 2\sigma,\ \rho_1 + \rho_2 - (\rho_1 - \rho_2)\cos 2\sigma,\ (\rho_1 - \rho_2)\sin 2\sigma,$$

aus denen sich die reellen und imaginären Theile der in (26) vorkommenden complexen Grössen zusammensetzen. Die letzteren erscheinen bei der Zerlegung der quadratischen Form von $d\vartheta$ und $d\phi$, durch welche in (16) das Quadrat des Linearelements auf der betrachteten Fläche ausgedrückt ist, in Factoren ersten Grades, indem

$$(28)\quad dx^2+dy^2+dz^2 = \left(\left(\frac{\rho_1+\rho_2}{2}+\frac{\rho_1-\rho_2}{2}e^{-2i\sigma}\right)d\vartheta+\left(\frac{\rho_1+\rho_2}{2}-\frac{\rho_1-\rho_2}{2}e^{-2i\sigma}\right)i\sin\vartheta d\phi\right)$$
$$\cdot\left(\left(\frac{\rho_1+\rho_2}{2}+\frac{\rho_1-\rho_2}{2}e^{2i\sigma}\right)d\vartheta-\left(\frac{\rho_1+\rho_2}{2}-\frac{\rho_1-\rho_2}{2}e^{2i\sigma}\right)i\sin\vartheta d\phi\right)$$

wird.

Denkt man sich die betreffende Fläche auf irgend eine Art in elementare Theile zerlegt, so gehört zu jedem Element eine bestimmte Richtung der Normale, ferner das System der beiden Hauptkrümmungsradien und des auf eine gewisse Axe bezogenen Stellungswinkels. Dadurch, dass diese drei Grössen als Functionen der Richtung der Normale gegeben werden, sind die charakteristischen Eigenschaften jedes einzelnen Flächenelements bekannt, die sich nicht ändern, wofern dasselbe ohne Deformation und ohne Drehung von einem Orte des Raumes nach einem anderen verschoben wird. Man kennt also die Gestalt und Stellung der einzelnen Flächenelemente, aber nicht deren Anordnung im Raume.

Die Gleichung (26) umfasst dann die sämmtlichen Bedingungen dafür, dass die gegebenen Elemente zu einer Fläche angeordnet werden können, und die aus (27) abzuleitenden Ausdrücke der Coordinaten x, y, z liefern die gesuchte Anordnung der Elemente im Raume.

Wie aus der oben erwähnten Bedeutung von (19) und (20) hervorgeht, bezeichnet der Stellungswinkel σ zugleich den Winkel, welchen die der ersten Krümmungslinie entsprechende Linie auf der Gauss'schen Kugel mit dem Bogen eines grössten Kreises bildet, der von dem betreffenden Punkte (ϑ, ϕ) der Kugel nach dem der positiven x-Axe zugeordneten Pole gezogen wird. Für den Fall, dass eine der Krümmungslinien, etwa die erste, in einer und derselben Ebene liegt, müssen die Coordinaten x, y, z des Punktes der Fläche, sobald die zugehörige Gleichung (19) erfüllt ist, der mit den vier Constanten l, m, n, p gebildeten Gleichung $lx + my + nz = p$ genügen, wo $l^2 + m^2 + n^2 = 1$ ist, und deren Differentiale der Gleichung

$$ldx + mdy + ndz = 0.$$

Also ergiebt sich aus den Darstellungen von dx, dy, dz in (17), dass wegen der Gültigkeit von (19) für A_1, B_1, C_1 die Gleichung

$$lA_1 + mB_1 + nC_1 = o$$

besteht. Substituirt man hier die Werthe aus (18), so findet sich für die Grösse σ die Proportion

$$\cos\sigma : \sin\sigma = -m\sin\phi + n\cos\phi : -l\sin\vartheta + m\cos\vartheta\cos\phi + n\cos\vartheta\sin\phi.$$

Mithin verwandelt sich (19) in die Gleichung

$$(-l\sin\vartheta + m\cos\vartheta\cos\phi + n\cos\vartheta\sin\phi)\,d\vartheta + (-m\sin\phi + n\cos\phi)\sin\vartheta\,d\phi = o,$$

deren linke Seite ein vollständiges Differential ist und durch Integration zu der Gleichung

$$l\cos\vartheta + m\sin\vartheta\cos\phi + n\sin\vartheta\sin\phi = P$$

führt, wo P eine Constante bedeutet. Gleichzeitig erhält man für die zugehörigen Grössen A_2, B_2, C_2, wenn $Q^2 = 1 - P^2$ gesetzt wird, die Gleichung

$$lA_2 + mB_2 + nC_2 = Q.$$

Es ist daher gegenwärtig die der ersten Krümmungslinie entsprechende Linie auf der GAUSS'schen Kugel ein Kreis, einem Satze entsprechend, den JOACHIMSTHAL in der Abhandlung: Demonstrationes theorematum ad superficies curvas spectantium, CRELLE's Journal f. Math., Bd. 30, S. 347 aufgestellt hat. Betrachtet man die Bewegung des vorhin erwähnten sphärischen Dreiecks auf der GAUSS'schen Kugel, so leuchtet ein, dass der Punkt (A_1, B_1, C_1) auf einem grössten Kreise, der Punkt $(\cos\vartheta, \sin\vartheta\cos\phi, \sin\vartheta\cos\phi)$ auf einem mit diesem parallelen, der Punkt (A_2, B_2, C_2) auf einem anderen mit dem ersten ebenfalls parallelen Kreise fortschreitet.

IV.

Die so eben entwickelten Resultate stehen in Beziehung zu dem Inhalt des mémoire sur l'emploi d'un nouveau systême de variables dans l'étude des propriétés des surfaces von Hrn. OSSIAN BONNET, LIOUVILLE's Journal de mathématiques, 2ième série, t. V, 1860, p. 153. Um die dortigen Sätze in die von mir gebrauchten Bezeichnungen zu übertragen, mögen respective

statt ξ, η, ζ, x, y, z

die Zeichen y, z, x, ϕ, $\log\operatorname{tg}\frac{1}{2}\vartheta$, T

gesetzt werden. Bei Hrn. OSSIAN BONNET bildet die Function

$$T = -\frac{x\cos\vartheta + y\cos\phi\sin\vartheta + z\sin\phi\sin\vartheta}{\sin\vartheta}$$

den Ausgangspunkt. Diese hat wegen der für die zugehörige Fläche geltenden Gleichung

$$dx\cos\vartheta + dy\cos\phi\sin\vartheta + dz\sin\phi\sin\vartheta = o$$

die Eigenschaft, dass in ihrem vollständigen Differential das Aggregat, welches die Differentiale dx, dy, dz enthält, fortfällt. Mithin wird

$$\frac{\partial T}{\partial \phi} = y \sin \phi - z \cos \phi, \quad \frac{\partial T}{\partial \log \operatorname{tg} \frac{1}{2} \vartheta} = \frac{x}{\sin \vartheta},$$

und man findet für die Functionen u, v, w die Ausdrücke

$$u = \frac{\partial^2 T}{\partial \phi^2} + \frac{\cos \vartheta}{\sin \vartheta} x + T \qquad = \frac{\partial y}{\partial \phi} \sin \phi - \frac{\partial z}{\partial \phi} \cos \phi,$$

$$v = \frac{\partial^2 T}{\partial \phi \partial \log \operatorname{tg} \frac{1}{2} \vartheta} \qquad = \frac{1}{\sin \vartheta} \frac{\partial x}{\partial \phi},$$

$$w = \frac{\partial^2 T}{(\partial \log \operatorname{tg} \frac{1}{2} \vartheta)^2} + \frac{\cos \vartheta}{\sin \vartheta} x = \frac{\partial x}{\partial \vartheta}.$$

Hieraus folgt aber, sobald die partiellen Differentialquotienten von x, y, z nach ϑ und ϕ aus (27), III genommen werden,

$$u = \left(-\frac{\rho_1 + \rho_2}{2} + \frac{\rho_1 - \rho_2}{2} \cos 2\sigma\right) \sin \vartheta,$$

$$v = \frac{\rho_1 - \rho_2}{2} \sin 2\sigma \sin \vartheta,$$

$$w = \left(-\frac{\rho_1 + \rho_2}{2} - \frac{\rho_1 - \rho_2}{2} \cos 2\sigma\right) \sin \vartheta.$$

Da aus der Gleichung $y = \log \operatorname{tg} \frac{1}{2} \vartheta$ die Bestimmungen

$$dy = \frac{d\vartheta}{\sin \vartheta}, \quad i \operatorname{tg} iy = \cos \vartheta$$

hervorgehen, so nehmen die von Hrn. Ossian Bonnet auf S. 157 mit (7) bezeichneten partiellen Differentialgleichungen die Gestalt an

$$\begin{cases} \sin \vartheta \dfrac{\partial u}{\partial \vartheta} = \dfrac{\partial v}{\partial \phi} + \cos \vartheta\, w \\ \dfrac{\partial w}{\partial \phi} = \sin \vartheta \dfrac{\partial v}{\partial \vartheta} + \cos \vartheta\, v. \end{cases}$$

Andererseits entstehen aber dieselben Gleichungen, sobald man in (26), III den reellen und imaginären Theil von einander trennt.

Auf die Abhängigkeit, in welcher die rechtwinkligen Coordinaten des Punktes einer Fläche von dem Orte des zugehörigen Punktes der Gauss'schen Kugel stehen, beziehen sich ferner die Abhandlung des Hrn. Enneper: Zur Theorie der Flächen und partiellen Differentialgleichungen, Schlömilch's Zeitschrift f. Math. und Phys., 7. Jahrgang, S. 1, so wie die Arbeiten des Hrn. Christoffel: Über die Bestimmung der Gestalt einer krummen Oberfläche durch locale Messungen auf derselben, Borchardt's Journal f. Math., Bd. 64, S. 193, und: Über einige allgemeine Eigenschaften der Minimumsflächen, dasselbe Journal, Bd. 67, S. 218. Hr. Enneper hat denselben Gegenstand in dem Aufsatze: Über Flächen mit besonderen Meridiancurven, der kürzlich im

29. Bande der Abhandlungen d. K. G. d. W. zu Göttingen erschienen ist, wieder aufgenommen. Der Vergleichung wegen werde ich

statt x, y, z, u, v, A, B, C

die Zeichen y, z, x, $\pi - \vartheta$, ϕ, M, N, L

anwenden. Hr. ENNEPER beginnt mit der Betrachtung der Function

$$S = -\frac{x\cos\vartheta + y\sin\vartheta\cos\phi + z\sin\vartheta\sin\phi}{\cos\vartheta},$$

welche auf Grund der oben erwähnten Gleichung die partiellen Differentialquotienten

$$\frac{\partial S}{\partial\phi} = \frac{y\sin\vartheta\sin\phi - z\sin\vartheta\cos\phi}{\cos\vartheta}, \quad \frac{\partial S}{\partial\vartheta} = \frac{-y\cos\phi - z\sin\phi}{\cos^2\vartheta}$$

liefert. Weiter erhält man

$$L\sin\vartheta = \frac{\partial \operatorname{cotg}\vartheta \frac{\partial S}{\partial\phi}}{\partial\vartheta}\sin\vartheta = \frac{1}{\sin\vartheta}\frac{\partial x}{\partial\phi},$$

$$M\operatorname{tg}\vartheta = \frac{\partial \cos^2\vartheta\frac{\partial S}{\partial\vartheta}}{\partial\vartheta}\operatorname{tg}\vartheta = \frac{\partial x}{\partial\vartheta},$$

$$N\operatorname{cotg}\vartheta = \left(\frac{\partial^2 S}{\partial\phi^2} + \sin\vartheta\cos\vartheta\frac{\partial S}{\partial\vartheta}\right)\operatorname{cotg}\vartheta = \frac{\partial y}{\partial\phi}\sin\phi - \frac{\partial z}{\partial\phi}\cos\phi.$$

Es fallen daher respective die Functionen $L\sin\vartheta$, $M\operatorname{tg}\vartheta$, $N\operatorname{cotg}\vartheta$ mit den vorhin definirten Functionen v, w, u zusammen, und das von Hrn. ENNEPER auf S. 12 gegebene System der partiellen Differentialquotienten von x, y, z nach ϑ und ϕ stimmt mit dem obigen System (27), III überein. Den Zusammenhang der gegenwärtigen Untersuchung mit der Abhandlung von E. BOUR: Théorie de la déformation des surfaces, Journal de l'école polytechnique, cahier 39, t. 22, p. 1 und den einschlagenden Arbeiten der HH. BRIOSCHI und BELTRAMI werde ich später erörtern.

V.

Aus dem Umstande, dass die Gleichung (26), III in Bezug auf die Verbindungen $\rho_1 + \rho_2$, $(\rho_1 - \rho_2)\cos 2\sigma$, $(\rho_1 - \rho_2)\sin 2\sigma$ linear und homogen ist, und die Ausdrücke (27), III ebenso beschaffen sind, lässt sich ein allgemeines Verfahren der Zusammensetzung von Flächen ableiten. Es mögen für eine beliebige Anzahl von nicht abwickelbaren Flächen die Krümmungsradien und der Stellungswinkel der Krümmungsrichtungen als Functionen des Ortes (ϑ, ϕ) auf der GAUSS'schen Kugel gegeben sein; die zu einer Fläche $F^{(\gamma)}$ gehörigen Stücke seien durch Zusetzen des Zeigers γ unterschieden. Den Werthen $\gamma = 1, 2, 3, \ldots$ entsprechend

werde nun eine Reihe von reellen Constanten $m^{(\nu)}$ ausgewählt, die für die Functionen $\rho_1^{(\nu)}, \rho_2^{(\nu)}, \sigma^{(\nu)}$ geltende Gleichung

$$(1)\quad \frac{\partial\left(\rho_1^{(\nu)}+\rho_2^{(\nu)}+(\rho_1^{(\nu)}-\rho_2^{(\nu)})e^{-2i\sigma^{(\nu)}}\right)}{\partial\phi}+i\cos\vartheta\left(\rho_1^{(\nu)}+\rho_2^{(\nu)}+(\rho_1^{(\nu)}-\rho_2^{(\nu)})e^{-2i\sigma^{(\nu)}}\right)$$
$$=i\,\frac{\partial\left(\left(\rho_1^{(\nu)}+\rho_2^{(\nu)}-(\rho_1^{(\nu)}-\rho_2^{(\nu)})e^{-2i\sigma^{(\nu)}}\right)\sin\vartheta\right)}{\partial\vartheta}$$

mit $m^{(\nu)}$ multiplicirt, und von allen Gleichungen die Summe genommen. Bestimmt man jetzt drei Grössen P_1, P_2, T durch die Gleichungen

$$(2)\quad \begin{cases} \Sigma m^{(\nu)}(\rho_1^{(\nu)}+\rho_2^{(\nu)}) = P_1+P_2 \\ \Sigma m^{(\nu)}(\rho_1^{(\nu)}-\rho_2^{(\nu)})\cos\sigma^{(\nu)} = (P_1-P_2)\cos T \\ \Sigma m^{(\nu)}(\rho_1^{(\nu)}-\rho_2^{(\nu)})\sin\sigma^{(\nu)} = (P_1-P_2)\sin T, \end{cases}$$

so entsteht für P_1, P_2, T eine partielle Differentialgleichung, die wieder genau die Gestalt von (26), III hat. Daraus folgt aber nach dem Vorhergehenden das Vorhandensein einer Fläche, bei welcher P_1, P_2, T die beiden Hauptkrümmungsradien und den Stellungswinkel als Functionen des Ortes (ϑ, ϕ) auf der Gauss'schen Kugel bedeuten, und es werden die vollständigen Differentiale der rechtwinkligen Coordinaten X, Y, Z des zugeordneten Punktes der neuen Fläche erhalten, indem man in (27), III statt ρ_1, ρ_2, σ beziehungsweise P_1, P_2, T substituirt. Bildet man für jede einzelne Fläche $F^{(\nu)}$ die betreffenden Differentiale $dx^{(\nu)}, dy^{(\nu)}, dz^{(\nu)}$, multiplicirt ebenfalls mit $m^{(\nu)}$ und addirt, so erhält man Summen, die wegen (2) respective gleich dX, dY, dZ sind, und die Ausführung der Integrationen giebt die Gleichungen

$$(3)\quad \begin{cases} X = \Sigma m^{(\nu)}x^{(\nu)} + \text{const.} \\ Y = \Sigma m^{(\nu)}y^{(\nu)} + \text{const.} \\ Z = \Sigma m^{(\nu)}z^{(\nu)} + \text{const.} \end{cases}$$

Da aus den Gleichungen

$$dx^{(\nu)}\cos\vartheta + dy^{(\nu)}\sin\vartheta\cos\phi + dz^{(\nu)}\sin\vartheta\sin\phi = 0$$

die correspondirende Relation für dX, dY, dZ folgt, so hat die durch Zusammensetzung entstandene neue Fläche ebenfalls die Eigenschaft, dass in dem Punkte (X, Y, Z) derselben die Normalenrichtung mit der gemeinsamen Normalenrichtung in den Punkten $(x^{(\nu)}, y^{(\nu)}, z^{(\nu)})$ der gegebenen Flächen übereinstimmt. Offenbar kann man aber auch umgekehrt mit Hülfe der Gleichungen (3) aus einer beliebigen Anzahl gegebener Flächen eine neue Fläche zusammensetzen, und dann den Schluss ziehen, dass für die hervorgehende neue Fläche die Gleichungen (2) erfüllt sind. Hiernach erhält man den folgenden Satz:

Wenn beliebig viele nicht abwickelbare Flächen irgend welcher Art so auf einander bezogen werden, dass der Punkt $(x^{(1)}, y^{(1)}, z^{(1)})$ der Fläche $F^{(1)}$, der Punkt $(x^{(2)}, y^{(2)}, z^{(2)})$ der Fläche $F^{(2)}$ u. s. f. dieselbe Normalenrichtung haben, wenn

man dann durch die Gleichungen (3) für jedes System zugeordneter Punkte $(x^{(\gamma)}, y^{(\gamma)}, z^{(\gamma)})$ einen Punkt (X, Y, Z) bestimmt, so bilden dieselben eine neue Fläche, bei welcher die Normalenrichtung im Punkte (X, Y, Z) mit der gemeinsamen Normalenrichtung in den Punkten $(x^{(\gamma)}, y^{(\gamma)}, z^{(\gamma)})$ zusammenfällt, und zugleich die Hauptkrümmungsradien $\mathrm{P}_1, \mathrm{P}_2$ und der Stellungswinkel T durch die Gleichungen (2) ausgedrückt sind.

Das angegebene Verfahren der Zusammensetzung ist nach seiner Natur von der Reihenfolge, in der die einzelnen Flächen zusammengesetzt werden, vollkommen unabhängig. Bemerkenswerth scheint ferner, dass das Krümmungsmaass $\frac{1}{\mathrm{P}_1\mathrm{P}_2}$ in dem Punkte (X, Y, Z) der neuen Fläche durch die Gleichung

$$(4) \quad 4\mathrm{P}_1\mathrm{P}_2 = \left(\Sigma m^{(\gamma)}(\rho_1^{(\gamma)} + \rho_2^{(\gamma)})\right)^2 - \left(\Sigma m^{(\gamma)}(\rho_1^{(\gamma)} - \rho_2^{(\gamma)})\cos 2\sigma^{(\gamma)}\right)^2 - \left(\Sigma m^{(\gamma)}(\rho^{(\gamma)} - \rho^{(\gamma)})\sin 2\sigma^{(\gamma)}\right)^2$$

bestimmt wird. In dem Falle, dass die Constanten $m^{(\gamma)}$ sämmtlich positiv sind und ihre Summe gleich der Einheit ist, geht das in (3) ausgedrückte Verfahren in die Construction des Schwerpunktes eines Massensystems über, bei dem im Punkte $(x^{(\gamma)}, y^{(\gamma)}, z^{(\gamma)})$ die Masse $m^{(\gamma)}$ vorhanden ist.

Wendet man die Zusammensetzung auf eine beliebige Fläche und eine Kugelfläche von dem Radius c an, so ist für die letztere $\rho_1^{(2)} + \rho_2^{(2)} = 2c$, $\rho_1^{(2)} - \rho_2^{(2)} = 0$, und es liefern die Gleichungen (2) das Resultat

$$(5) \quad \begin{cases} m^{(1)}(\rho_1^{(1)} + \rho_2^{(1)}) + 2m^{(2)}c = \mathrm{P}_1 + \mathrm{P}_2 \\ m^{(1)}(\rho_1^{(1)} - \rho_2^{(1)})\cos\sigma^{(1)} = (\mathrm{P}_1 - \mathrm{P}_2)\cos\mathrm{T} \\ m^{(1)}(\rho_1^{(1)} - \rho_2^{(1)})\sin\sigma^{(1)} = (\mathrm{P}_1 - \mathrm{P}_2)\sin\mathrm{T}, \end{cases}$$

wonach

$$(5^*) \quad \sigma^{(1)} = \mathrm{T}, \; m^{(1)}(\rho_1^{(1)} - \rho_2^{(1)}) = \mathrm{P}_1 - \mathrm{P}_2$$

ist. Ferner folgen aus (3) die Gleichungen

$$(6) \quad \begin{cases} X = m^{(1)}x^{(1)} + m^{(2)}c\cos\vartheta + \text{const.} \\ Y = m^{(1)}y^{(1)} + m^{(2)}c\sin\vartheta\cos\phi + \text{const.} \\ Z = m^{(1)}z^{(1)} + m^{(2)}c\sin\vartheta\sin\phi + \text{const.} \end{cases}$$

Mithin entsteht aus $F^{(1)}$ dieselbe Fläche, welche erhalten wird, indem man $F^{(1)}$ zuerst in dem Linearverhältniss $m^{(1)} : 1$ vergrössert, und hierauf auf jeder Normale nach derselben Seite ein Stück von dem Betrage $m^{(2)}c$ abschneidet; das giebt aber eine Parallelfläche.

Das beschriebene Verfahren der Zusammensetzung kann mit einer angemessenen Modification auch auf beliebige Linien ausgedehnt werden, die nur die eine Bedingung erfüllen, in keinem endlichen Theile gerade zu sein. Es behalten nämlich die Ausdrücke (17), III noch einen ganz bestimmten Sinn, wenn eine der beiden Grössen ρ_1 oder ρ_2 gleich Null genommen wird. Indem man $\rho_2 = 0$

setzt und für ρ_1 das Zeichen r substituirt, gehen jene Ausdrücke in die folgenden über

$$(7)\qquad \begin{cases} dx = rA_1\,(\cos\sigma d\vartheta - \sin\sigma\sin\vartheta d\phi) \\ dy = rB_1\,(\cos\sigma d\vartheta - \sin\sigma\sin\vartheta d\phi) \\ dz = rC_1\,(\cos\sigma d\vartheta - \sin\sigma\sin\vartheta d\phi), \end{cases}$$

und die drei Bedingungen der Integrabilität sind in der aus (26), III entstehenden Gleichung

$$(8)\qquad \frac{\partial(r+re^{-2i\sigma})}{\partial\phi} + i\cos\vartheta(r+re^{-2i\sigma}) = i\,\frac{\partial(r-re^{-2i\sigma})}{\partial\vartheta}$$

enthalten. Weil nun nach (7) die Grössen x, y, z Functionen derselben Variable werden, so stellt der Inbegriff der zugehörigen Punkte eine Linie dar. Dass aber umgekehrt jede beliebige, in keinem endlichen Theile gerade Linie in der bezüglichen Weise dargestellt werden kann, ergiebt sich durch die folgende Überlegung.

Es seien die rechtwinkligen Coordinaten x, y, z eines Punktes einer beliebigen krummen Linie als Functionen der Grösse s gegeben, welche von einem bestimmten Punkte ab die Länge der Linie misst; dann ist

$$(9)\qquad dx = \frac{dx}{ds}ds,\quad dy = \frac{dy}{ds}ds,\quad dz = \frac{dz}{ds}ds$$

und zugleich

$$(10)\qquad \left(\frac{dx}{ds}\right)^2 + \left(\frac{dy}{ds}\right)^2 + \left(\frac{dz}{ds}\right)^2 = 1.$$

Um die Gleichungen (9) in die Gestalt (7) zu bringen, ist wegen der ersten Gleichung in (2), III erstens

$$(11)\qquad \frac{dx}{ds} = A_1,\quad \frac{dy}{ds} = B_1,\quad \frac{dz}{ds} = C_1$$

und zweitens

$$(12)\qquad ds = r\,(\cos\sigma d\vartheta - \sin\sigma\sin\vartheta d\phi)$$

zu setzen. Aus (11) und der fünften Gleichung in (2), III folgt

$$(13)\qquad \frac{dx}{ds}\cos\vartheta + \frac{dy}{ds}\sin\vartheta\cos\phi + \frac{dz}{ds}\sin\vartheta\sin\phi = 0.$$

Da ferner nach (18), III die Grössen A_1, B_1, C_1 diese Werthe haben

$$(14)\, A_1 = -\cos\sigma\sin\vartheta,\, B_1 = \cos\sigma\cos\vartheta\cos\phi + \sin\sigma\sin\phi,\, C_1 = \cos\sigma\cos\vartheta\cos\phi - \sin\sigma\cos\phi$$

so kommt durch Auflösen

$$(15)\qquad \begin{cases} \cos\sigma = -\dfrac{dx}{ds}\sin\vartheta + \dfrac{dy}{ds}\cos\vartheta\cos\phi + \dfrac{dz}{ds}\cos\vartheta\sin\phi \\ \sin\sigma = \qquad\qquad\quad \dfrac{dy}{ds}\sin\phi \qquad\quad - \dfrac{dz}{ds}\cos\phi; \end{cases}$$

die für $\cos\sigma$ und $\sin\sigma$ gefundenen Ausdrücke stimmen unter einander überein, weil die Summe der Quadrate derselben vermöge (10)

gleich der Einheit ist. Insofern die gegebene Linie in keinem endlichen Theile gerade ist, haben die Functionen $\frac{dx}{ds}, \frac{dy}{ds}, \frac{dz}{ds}$ bestimmte mit s veränderliche Werthe, und es dient die Gleichung (13), um s als Function der Variabeln ϑ und ϕ zu bestimmen. Das nothwendige Verschwinden des vollständigen Differentials der linken Seite von (13) liefert die Gleichung

$$(16)\quad \frac{dx}{ds}d(\cos\vartheta)+\frac{dy}{ds}d(\sin\vartheta\cos\phi)+\frac{dz}{ds}d(\sin\vartheta\sin\phi)$$
$$+\left(\frac{d^2x}{ds^2}\cos\vartheta+\frac{d^2y}{ds^2}\sin\vartheta\cos\phi+\frac{d^2z}{ds^2}\sin\vartheta\sin\phi\right)ds=0,$$

wo der Factor von ds für keinen endlichen Theil der Linie gleich Null ist. Durch (15) geht die Gleichung (12) in die folgende über

$$(17)\quad ds=r\left(\frac{dx}{ds}d(\cos\vartheta)+\frac{dy}{ds}d(\sin\vartheta\cos\phi)+\frac{dz}{ds}d(\sin\vartheta\sin\phi)\right);$$

die Übereinstimmung von (16) und (17) wird aber hergestellt, indem man für r die Gleichung

$$(18)\quad \frac{1}{r}=-\frac{d^2x}{ds^2}\cos\vartheta-\frac{d^2y}{ds^2}\sin\vartheta\cos\phi-\frac{d^2z}{ds^2}\sin\vartheta\sin\phi$$

aufstellt. Hiermit ist in der That gezeigt, dass für jede krumme Linie die Gleichungen (7) angewendet werden dürfen.

Weil in der Gleichung (8) die Integrabilitätsbedingungen der rechten Seiten von (7) zusammengefasst sind, und weil die Bestimmung von r und σ durch (13), (15), (18) immer möglich ist, so stellen diese Gleichungen eine vollständige Auflösung der Gleichung (8) dar.

Nach (13) sind $\cos\vartheta$, $\sin\vartheta\cos\phi$, $\sin\vartheta\sin\phi$ beziehungsweise die Cosinus der Neigungswinkel, welche irgend eine im Punkte (x, y, z) gegen die gegebene Linie gezogene Normale mit den drei Axen bildet. Alle diese Normalen liegen in derselben Ebene und werden auf der GAUSS'schen Kugel durch die Punkte desselben grössten Kreises vertreten. Auf diese Weise entspricht jedem Punkte der gegebenen Linie ein grösster Kreis auf der GAUSS'schen Kugel, und da kein endlicher Theil der Linie gerade sein darf, so entspricht einem endlichen Theile der Linie wieder ein endlicher Theil der Kugel. Wie leicht zu sehen, ist die in (18) definirte Grösse $\frac{1}{r}$ gleich dem Product des reciproken Krümmungsradius der gegebenen Linie in den Cosinus des Winkels, welchen die durch ϑ und ϕ charakterisirte Normale mit der von dem Krümmungsmittelpunkt aus gezogenen Normale bildet. Dies ist also der geometrische Begriff, welcher in Verbindung

mit dem in (15) definirten Winkel σ auftritt, sobald das in Rede stehende Verfahren der Zusammensetzung unter Benutzung der Gleichungen (7) und (8) auf Linien übertragen wird.

Bei der Zusammensetzung einer beliebigen nicht geraden Linie und einer Kugelfläche von dem Radius c ergeben die Gleichungen (5), (5*) und (6), indem $\rho_1^{(1)} = r$, $\rho_1^{(2)} = 0$, $\sigma^{(1)} = \sigma$ und überdies der Einfacheit halber $m^{(1)} = m^{(2)} = 1$ gesetzt wird, dass die entstehende Fläche eine mit dem Radius c gebildete Parallelfläche zu der gegebenen Linie, oder eine Canalfläche ist, bei der $P_1 = r + c$, $P_2 = c$ ist. In gleicher Weise lässt sich für nicht abwickelbare Flächen der Satz beweisen, den Monge in der Application de l'analyse à la géometrie, 4ième édition, §. XVIII, p. 162 u. ff. ausgesprochen hat, dass eine Fläche, bei welcher der eine Hauptkrümmungsradius constant ist, eine Canalfläche sein muss. Auch kann man bei der Ausdehnung des Verfahrens der Zusammensetzung auf Flächen und Linien die Linien als Canalflächen von verschwindendem Radius auffassen.

VI.

Sobald die Flächen gefunden werden sollen, welche in Bezug auf ihre Krümmungsverhältnisse vorgeschriebene Eigenschaften haben, sind diese Eigenschaften als Relationen zwischen den Hauptkrümmungsradien ρ_1 und ρ_2 und dem Stellungswinkel σ auszudrücken und der obigen Gleichung (26), III hinzuzufügen. Alsdann ist zu ermitteln, ob das so enstandene System von partiellen Differentialgleichungen lösbar sei oder nicht, und sind im ersteren Falle die sämmtlichen Lösungen aufzusuchen. Hat man dies gethan, so liefern die Gleichungen (17), III nach Ausführung der vollständigen Integrationen die rechtwinkligen Coordinaten x, y, z des Punktes der Fläche. Der Gleichung (26), III gebe ich, nachdem sie mit $\sin\vartheta$ multiplicirt ist, die für manche Zwecke geeignetere Gestalt

$$(1)\quad \frac{\partial\left(\rho_1+\rho_2+(\rho_1-\rho_2)e^{-2i\sigma}\right)}{\partial\vartheta}\sin\vartheta - i\frac{\partial\left((\rho_1+\rho_2-(\rho_1-\rho_2)e^{-2i\sigma})\sin^2\vartheta\right)}{\partial\vartheta} + 2i\sin\vartheta\cos\vartheta(\rho_1+\rho_2) = 0$$

und wende mich zu Anwendungen.

Die erste Frage möge sich auf die Flächen beziehen, für welche die Summe der Hauptkrümmungsradien gleich Null ist, oder die Minimalflächen. Durch die Relation

$$(2)\qquad \rho_1 + \rho_2 = 0$$

geht (1) in die Gleichung

$$(3)\qquad \frac{\partial\left((\rho_1-\rho_2)e^{-2i\sigma}\sin^2\vartheta\right)}{\sin\vartheta\,\partial\phi} + i\frac{\partial\left((\rho_1-\rho_2)e^{-2i\sigma}\sin^2\vartheta\right)}{\partial\vartheta} = 0$$

über, welche aussagt, dass das vollständige Differential des complexen Ausdrucks $(\rho_1 - \rho_2)\, e^{-2i\tau} \sin^2\vartheta$ durch $\frac{d\vartheta}{\sin\vartheta} - id\phi$, oder der Ausdruck eine Function der complexen Grösse $\log \operatorname{tg} \frac{1}{2}\vartheta - i\phi$, mithin der conjugirte Ausdruck $(\rho_1 - \rho_2) e^{2i\tau} \sin^2\vartheta$ eine Function der conjugirten complexen Grösse $\log \operatorname{tg} \frac{1}{2}\vartheta + i\phi$ ist. Bekanntlich ist alsdann zugleich das Product

$$(4) \qquad -(\rho_1 - \rho_2)\, e^{2i\tau} \sin^2\vartheta \left(\frac{d\vartheta}{\sin\vartheta} + id\phi\right)$$

ein vollständiges Differential. Vermöge der Gleichheit der Ausdrücke (14_a), (14_b), (14_c) in III sind aber auch die Quotienten

$$\frac{B_1 + iB_2}{A_1 + iA_2} = \frac{\cos\vartheta\cos\phi - i\sin\phi}{-\sin\vartheta},$$
$$\frac{C_1 + iC_2}{A_1 + iA_2} = \frac{\cos\vartheta\sin\phi + i\cos\phi}{-\sin\vartheta}$$

Functionen von $\log \operatorname{tg} \frac{1}{2}\vartheta + i\phi$. Demzufolge müssen die aus (4) durch Multiplication mit diesen beiden Quotienten entstehenden Producte

$$(5) \qquad (\rho_1 - \rho_2)\, e^{2i\tau} \sin^2\vartheta\, \frac{\cos\vartheta\cos\phi - i\sin\phi}{\sin\vartheta} \left(\frac{d\vartheta}{\sin\vartheta} + id\phi\right),$$

$$(6) \qquad (\rho_1 - \rho_2)\, e^{2i\tau} \sin^2\vartheta\, \frac{\cos\vartheta\sin\phi + i\cos\phi}{\sin\vartheta} \left(\frac{d\vartheta}{\sin\vartheta} + id\phi\right)$$

ebenfalls vollständige Differentiale sein. Nun sind die reellen Theile von (4), (5), (6), halb genommen, respective den betreffenden Ausdrücken von dx, dy, dz in (27), III gleich, da gegenwärtig $\rho_1 + \rho_2 = 0$ ist. Wenn daher in den drei durch Ausführung der Integrationen von (4), (5), (6) entstehenden complexen Grössen, die Factoren von i beziehungsweise mit $2\mathfrak{x}$, $2\mathfrak{y}$, $2\mathfrak{z}$ bezeichnet werden, so gelten die Gleichungen

$$(7) \begin{cases} dx + id\mathfrak{x} = -\frac{1}{2}(\rho_1 - \rho_2)\, e^{2i\tau} \sin^2\vartheta \left(\frac{d\vartheta}{\sin\vartheta} + id\phi\right) \\ dy + id\mathfrak{y} = \frac{1}{2}(\rho_1 - \rho_2)\, e^{2i\tau} \sin^2\vartheta\, \frac{(\cos\vartheta\cos\phi - i\sin\phi)}{\sin\vartheta} \left(\frac{d\vartheta}{\sin\vartheta} + id\phi\right) \\ dz + id\mathfrak{z} = \frac{1}{2}(\rho_1 - \rho_2)\, e^{2i\sigma} \sin^2\vartheta\, \frac{(\cos\vartheta\sin\phi + i\cos\phi)}{\sin\vartheta} \left(\frac{d\vartheta}{\sin\vartheta} + id\phi\right). \end{cases}$$

Ferner nimmt die Darstellung des Quadrats des Linearelements der betrachteten Minimalfläche nach (28), III durch (2) die folgende Gestalt an

$$(8) \quad dx^2 + dy^2 + dz^2 = \frac{\rho_1 - \rho_2}{2} e^{-2i\sigma}(d\vartheta - i\sin\vartheta\, d\phi) \cdot \frac{\rho_1 - \rho_2}{2} e^{2i\sigma}(d\vartheta + i\sin\vartheta\, d\phi).$$

Dieselbe drückt den von RIEMANN in der Abhandlung: Über die Fläche vom kleinsten Inhalt bei gegebener Begrenzung, Bd. 13 der Abhandlungen d. K. G. A. W. zu Göttingen, ausgesprochenen Satz aus, dass die Minimalfläche und ihre Abbildung auf der GAUSS'schen Kugel einander in den kleinsten Theilen ähnlich sind, ferner stimmen die in (7) enthaltenen Darstellungen der Differentiale der rechtwinkligen Coordinaten mit den von RIEMANN gegebenen Ausdrücken überein. Andererseits folgt aus (7) mit Zuziehung von (23), III, dass $x+i\mathfrak{x}$, $y+i\mathfrak{y}$, $z+i\mathfrak{z}$ Functionen derselben complexen Grösse sind und zugleich die Bedingung

$$(9) \qquad \overline{d(x+i\mathfrak{x})}^2 + \overline{d(y+i\mathfrak{y})}^2 + \overline{d(z+i\mathfrak{z})}^2 = 0$$

erfüllen. Dies ist die Eigenschaft der Minimalflächen, welche Hr. WEIERSTASS in der Abhandlung über die Flächen, deren mittlere Krümmung gleich Null ist, Monatsbericht d. Ak. vom 18. October 1866, zu Grunde gelegt hat. In der schon angeführten Arbeit: Ausdehnung der Theorie der Minimalflächen und in einem am 27. Mai 1872 der Akademie vorgelegten Auszuge habe ich bei dem dort untersuchten verallgemeinerten Problem einen genau entsprechenden Satz nachgewiesen.

Eine zweite hier zu behandelnde Aufgabe besteht darin, dass, während die beiden Hauptkrümmungsradien als Functionen des entsprechenden Ortes auf der GAUSS'schen Kugel gegeben sind, die Bedingungen für die Existenz einer zugehörigen Fläche aufgesucht werden sollen, und eventuell die Fläche zu bestimmen ist. Nach der in III entwickelten Auffassung ist alsdann die Gestalt des zu einer bestimmten Normalenrichtung gehörenden Elements der Fläche, jedoch nicht die Stellung der Hauptkrümmungsradien gegeben, so dass sowohl diese Stellung, wie auch die Anordnung der Elemente im Raume zu ermitteln bleibt.

Zunächst unterscheide ich den Fall, dass die beiden Hauptkrümmungsradien einander gleich gegeben sind. In Folge dessen liefert die Gleichung (1) die beiden Gleichungen

$$(10) \qquad \frac{\partial(\rho_1+\rho_2)}{\partial\phi} = 0, \quad \frac{\partial(\rho_1+\rho_2)}{\partial\vartheta} = 0,$$

welche zeigen, dass $\rho_1+\rho_2$ constant sein muss. Die betreffende Fläche ist also vermöge (27), III eine Kugelfläche, einem Satze entsprechend, den MONGE in dem angeführten Werke § XIX nachgewiesen hat. Nachdem somit die Voraussetzung $\rho_1-\rho_2=0$ absolvirt ist, schliesse ich dieselbe von der ferneren Betrachtung aus, dividire die Gleichung (1) durch den Ausdruck $(\rho_1-\rho_2)e^{-2i\sigma}\sin\vartheta$, und erhalte

$$(11)\quad \frac{\frac{\partial(\rho_1+\rho_2)}{\partial\phi}}{(\rho_1-\rho_2)e^{-2i\sigma}}+\frac{\partial\log(\rho_1-\rho_2)}{\partial\phi}-2i\frac{\partial\sigma}{\partial\phi}-i\frac{\sin\vartheta\frac{\partial(\rho_1+\rho_2)}{\partial\vartheta}}{(\rho_1-\rho_2)e^{-2i\sigma}}$$
$$+i\sin\vartheta\left(\frac{\partial\log\left((\rho_1-\rho_2)\sin^2\vartheta\right)}{\partial\vartheta}-2i\frac{\partial\sigma}{\partial\vartheta}\right)=0.$$

Die Trennung des reellen und imaginären Theils liefert die folgenden zwei Gleichungen für die partiellen Differentialquotienten der Function σ

$$(12)\quad \begin{cases} 2\sin\vartheta\frac{\partial\sigma}{\partial\vartheta}=-\frac{\frac{\partial(\rho_1+\rho_2)}{\partial\phi}}{\rho_1-\rho_2}\cos2\sigma-\frac{\sin\vartheta\frac{\partial(\rho_1+\rho_2)}{\partial\vartheta}}{\rho_1-\rho_2}\sin2\sigma-\frac{\partial\log(\rho_1-\rho_2)}{\partial\phi} \\ 2\frac{\partial\sigma}{\partial\phi}=-\frac{\sin\vartheta\frac{\partial(\rho_1+\rho_2)}{\partial\vartheta}}{\rho_1-\rho_2}\cos2\sigma+\frac{\frac{\partial(\rho_1+\rho_2)}{\partial\phi}}{\rho_1-\rho_2}\sin2\sigma+\sin\vartheta\frac{\partial\log\left((\rho_1-\rho_2)\sin^2\vartheta\right)}{\partial\vartheta}. \end{cases}$$

Der Kürze wegen werde

$$(13)\quad \frac{\frac{\partial(\rho_1+\rho_2)}{\partial\phi}}{\rho_1-\rho_2}=U,\quad \frac{\sin\vartheta\frac{\partial(\rho_1+\rho_2)}{\partial\vartheta}}{\rho_1-\rho_2}=V,\quad (\rho_1-\rho_2)\sin^2\vartheta=W$$

gesetzt, so dass die Gleichungen (12) in

$$(14)\quad \begin{cases} 2\sin\vartheta\frac{\partial\sigma}{\partial\vartheta}=-U\cos2\sigma-V\sin2\sigma-\frac{\partial\log W}{\partial\phi} \\ 2\frac{\partial\sigma}{\partial\phi}=-V\cos2\sigma+U\sin2\sigma+\sin\vartheta\frac{\partial\log W}{\partial\vartheta} \end{cases}$$

übergehen. Es müssen nun die auf zwei verschiedene Arten gebildeten zweiten partiellen Differentialquotienten von σ einander gleich sein, woraus die Gleichung folgt

$$(15)\quad -\frac{\partial U}{\partial\phi}\cos2\sigma-\frac{\partial V}{\partial\phi}\sin2\sigma-\frac{\partial^2\log W}{\partial\phi^2}+(U\sin2\sigma-V\cos2\sigma)\,2\frac{\partial\sigma}{\partial\phi}$$
$$=-\sin\vartheta\frac{\partial V}{\partial\vartheta}\cos2\sigma+\sin\vartheta\frac{\partial U}{\partial\vartheta}\sin2\sigma+\sin\vartheta\frac{\partial\left(\sin\vartheta\frac{\partial\log W}{\partial\vartheta}\right)}{\partial\vartheta}$$
$$+(V\sin2\sigma+U\cos2\sigma)\,2\sin\vartheta\frac{\partial\sigma}{\partial\vartheta}.$$

Diese geht aber durch Einsetzen der Ausdrücke von $\frac{\partial\sigma}{\partial\phi}$ und $\sin\vartheta\frac{\partial\sigma}{\partial\vartheta}$ in eine Gleichung über, die sich folgendermassen zusammenzieht:

$$(16)\quad \left(U\frac{\partial \log W}{\partial \phi} - \frac{\partial U}{\partial \phi} - V\sin\vartheta\frac{\partial \log W}{\partial \vartheta} + \sin\vartheta\frac{\partial V}{\partial \vartheta}\right)\cos 2\sigma$$
$$+\left(V\frac{\partial \log W}{\partial \phi} - \frac{\partial V}{\partial \phi} + U\sin\vartheta\frac{\partial \log W}{\partial \vartheta} - \sin\vartheta\frac{\partial U}{\partial \vartheta}\right)\sin 2\sigma$$
$$+ U^2 + V^2 - \sin\vartheta\frac{\partial\left(\sin\vartheta\dfrac{\partial \log W}{\partial \vartheta}\right)}{\partial \vartheta} - \frac{\partial^2 \log W}{\partial \phi^2} = 0.$$

Durch diese für jede der Functionen $\cos 2\sigma$ oder $\sin 2\sigma$ quadratische Gleichung wird der Stellungswinkel σ als Function der gegebenen Functionen ρ_1 und ρ_2 und ihrer ersten und zweiten nach ϑ und ϕ genommenen partiellen Differentialquotienten bestimmt. Aus den Auflösungen derselben sind die partiellen Differentialquotienten $\frac{\partial \sigma}{\partial \vartheta}$ und $\frac{\partial \sigma}{\partial \phi}$ abzuleiten, und mit den in (14) gegebenen Ausdrücken zu vergleichen. Dann und nur dann, wenn eine Übereinstimmung stattfindet, existirt die gesuchte Fläche, und im Falle ihrer Existenz werden die rechtwinkligen Coordinaten x, y, z eines Punktes derselben aus (27), III erhalten. Wofern ρ_1 und ρ_2 constant, aber nicht einander gleich gegeben sind, werden nach (13) die Grössen U und V gleich Null, W aber wird gleich dem Product der Constante $\rho_1 - \rho_2$ in die Function $\sin^2\vartheta$. Bei der betreffenden Substitution verschwindet aber die linke Seite von (16) nicht. Demnach existirt keine abwickelbare Fläche, in welcher die beiden Krümmungsradien constant, jedoch von einander verschieden sind, und es bleibt unter den nicht abwickelbaren Flächen mit constanten Krümmungsradien nur die Kugelfläche möglich. Diesen Satz hat Hr. J. Bertrand in der Abhandlung: Démonstration géométrique de quelques théorimes rélatifs à la théorie des surfaces, Liouville's Journal t. 13, 1848, p. 73, aufgestellt und begründet.

Ausgegeben am 15. Februar.

1883.

VII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

8. Februar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

1. Hr. Schrader las: Zur Frage nach dem Ursprunge der altbabylonischen Litteratur. I. Theil.

Die Mittheilung wird in den Abhandlungen erscheinen.

2. Hr. A. Kirchhoff übergab im Auftrage des Hrn. Teza in Pisa die Photographie einer bei Orbetello gefundenen etruskischen Inschrift.

Ausgegeben am 15. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1883.
VIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

15. Februar. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

1. Hr. Weierstrass las: Zur Theorie der elliptischen Functionen.

2. Hr. du Bois-Reymond legte einen Bericht des Hrn. Prof. G. Fritsch: Über die Fortsetzung der Untersuchungen an elektrischen Fischen, die Embryologie von Torpedo betreffend, vor.

Beide Mittheilungen folgen umstehend.

3. Am 8. Februar starb Hr. Prof. Peter Merian in Basel, Ehrenmitglied der Akademie.

Zur Theorie der elliptischen Functionen.[1]

Von K. Weierstrass.

Um die elliptischen Functionen

$$\sin \mathrm{am}\,(u, k),\quad \cos \mathrm{am}\,(u, k),\quad \Delta \mathrm{am}\,(u, k)$$

durch die Jacobi'schen Functionen

$$\vartheta(x, q) = 1 - 2q\cos 2x + 2q^4\cos 4x - 2q^9\cos 6x + \dots$$

$$\vartheta_1(x, q) = 2\sqrt[4]{q}\cdot(\sin x - q^2\sin 3x + q^6\sin 5x - \dots)$$

$$\vartheta_2(x, q) = 2\sqrt[4]{q}\cdot(\cos x + q^2\cos 3x + q^6\cos 6x + \dots)$$

$$\vartheta_3(x, q) = 1 + 2q\cos 2x + 2q^4\cos 4x + 2q^9\cos 6x + \dots.$$

auszudrücken, hat man die Aufgabe zu lösen, für jeden gegebenen Werth von k einen die Gleichung

$$(1.)\qquad \sqrt{k} = \frac{\vartheta_2(0, q)}{\vartheta_3(0, q)} = 2\sqrt[4]{q}\cdot\frac{1 + q + q^6 + q^{12} + \dots}{1 + 2q + 2q^4 + 2q^9 + \dots}$$

befriedigenden Werth von q zu bestimmen. Ist ein solcher Werth gefunden, so hat man, wenn

$$(2.)\qquad \frac{2K}{\pi} = \vartheta_3^2(0, q),\quad x = \frac{u\pi}{2K}$$

gesetzt wird,

$$(3.)\qquad \begin{cases} \sqrt{k}\cdot\sin \mathrm{am}\,(u, k) = \dfrac{\vartheta_1(x, q)}{\vartheta(x, q)} \\[2ex] \dfrac{\sqrt{k}}{\sqrt[4]{1 - k^2}}\cdot\cos \mathrm{am}\,(u, k) = \dfrac{\vartheta_2(x, q)}{\vartheta(x, q)} \\[2ex] \dfrac{1}{\sqrt[4]{1 - k^2}}\cdot\Delta \mathrm{am}\,(u, k) = \dfrac{\vartheta_3(x, q)}{\vartheta(x, q)}. \end{cases}$$

Dabei kann der Werth einer der beiden Wurzelgrössen $\sqrt{k}$, $\sqrt[4]{q}$ beliebig fixirt werden, worauf dann der Werth der anderen durch die Gleichung (1.)

---

[1] Durch diese Abhandlung soll eine Lücke ausgefüllt werden, welche sich in der Jacobi'schen »Theorie der elliptischen Functionen aus den Eigenschaften der Thetareihen abgeleitet« (Gesammelte Werke, Band I, S. 497 ff.) findet, und auf die ich in einer Anmerkung auf S. 545 a. a. O. aufmerksam gemacht habe. Es sind deshalb hier durchgehends die Jacobi'schen Bezeichnungen von mir angewandt worden.

bestimmt wird. Der Werth von $\sqrt[4]{1-k^2}$ ist so zu wählen, dass

$$(4.)\qquad \sqrt[4]{1-k^2} = \frac{\vartheta(0,q)}{\vartheta_3(0,q)} = \frac{1-2q+2q^4-2q^9+\ldots}{1+2q+2q^4+2q^9+\ldots}$$

wird.

In der nachgelassenen Abhandlung Jacobi's »Theorie der elliptischen Functionen aus den Eigenschaften der Thetareihen abgeleitet« ist die genannte Aufgabe für den Fall, dass k eine reelle, zwischen 0 und 1 enthaltene Grösse ist, behandelt (§. 6) und nachgewiesen worden, dass man von der Gleichung (1) ausgehend zu demselben Ausdrucke von q gelangt, den Jacobi in den »Fund. nov. funct. ellipt.« auf dem in diesem Werke eingeschlagenen Wege erhalten hatte. Ich werde jetzt zeigen, wie man mit den von Jacobi in der genannten Abhandlung angewandten Hülfsmitteln für jeden (complexen) Werth von k alle die Gleichung (1.) befriedigenden Werthe von q bestimmen kann, und zwar mittels einer Reihe, welche nicht nur ihrer starken Convergenz wegen für einen numerisch gegebenen Werth von k eine bequeme Berechnung der zugehörigen Werthe von q gestattet, sondern auch, wenn man k als eine veränderliche Grösse und q als Function derselben betrachtet, dazu dienen kann, die charakteristischen Eigenschaften dieser Function aufzufinden. Es kommen dabei hauptsächlich in Anwendung die beiden, auch von Jacobi benutzten Gleichungen

$$(5.)\qquad \begin{cases} \vartheta_3(0,q) = \vartheta_3(0,q^4) + \vartheta_2(0,q^4) \\ \vartheta(0,q) = \vartheta_3(0,q^4) - \vartheta_2(0,q^4), \end{cases}$$

welche sich unmittelbar aus den Ausdrücken von $\vartheta_3(0,q)$, $\vartheta(0,q)$ ergeben, und die Relation

$$(6.)\qquad \vartheta^4(0,q) + \vartheta_2^4(0,q) = \vartheta_3^4(0,q).$$

1.

Ich betrachte zunächst ausschliesslich reelle, der Bedingung

$$0 \leqq q < 1$$

unterworfene Werthe der Grösse q, und setze fest, dass im Folgenden, wenn a eine positive Grösse ist, unter $\log a$ der reelle Werth des natürlichen Logarithmus von a, und unter a^m für einen beliebigen Werth von m, der durch die Formel

$$e^{m \log a}$$

gegebene Werth der Potenz a^m verstanden werden soll. Dann haben $\vartheta(0,q)$, $\vartheta_2(0,q)$, $\vartheta_3(0,q)$ stets reelle Werthe und sind stetige Functionen von q. Ferner ist aus den Ausdrücken der Grössen $\vartheta_2(0,q)$, $\vartheta_3(0,q)$ unmittelbar ersichtlich, dass die zweite beständig positiv ist, und für die erste, die für $q=0$ verschwindet, dasselbe gilt, wenn $q>0$.

Was aber $\vartheta(0, q)$ angeht, so würde, wenn diese Grösse für einen bestimmten Werth von q gleich Null wäre, aus (5.) folgen:

$$\vartheta_3(0, q^4) = \vartheta_2(0, q),$$

und es müsste demnach (gemäss Gleichung (6.)) auch $\vartheta(0, q^4) = 0$ sein. Daraus würde dann weiter folgen, dass auch $\vartheta(0, q^{16})$, $\vartheta(0, q^{64})$ u. s w. gleich Null wären, was unmöglich ist, weil $\vartheta(0, q^m)$ für einen unendlich grossen positiven Werth von m unendlich wenig von 1 verschieden ist. Es kann also $\vartheta(0, q)$ für keinen der betrachteten Werthe von q verschwinden und ist demnach beständig positiv.

Hiernach ist

$$\frac{\vartheta_2(0, q)}{\vartheta_3(0, q)}$$

eine stetige Function von q, die für $q = 0$ verschwindet und für jeden anderen Werth von q einen positiven Werth hat. Dieselbe ist, indem in Folge der Gleichung (5.)

$$\vartheta_3^4(0, q) > \vartheta_2^4(0, q),$$

stets kleiner als 1; es lässt sich aber zeigen, dass sie sich, wenn q von der Grenze Null an stetig wachsend der Grenze 1 sich nähert, ebenfalls beständig wachsend, derselben Grenze nähert.

Da nämlich

$$\frac{\vartheta_2(0, q)}{\vartheta_3(0, q)} = \frac{2q^{\frac{1}{4}}(1 + q^2 + q^6 + \dots)}{1 + 2q + 2q^4 + 2q^9 + \dots},$$

so lässt sich jedenfalls eine positive Grösse q_0, die < 1 ist, so annehmen, dass

$$\frac{\vartheta_2(0, q)}{\vartheta_3(0, q)}$$

beständig zunimmt, wenn q stetig wachsend das Intervall $(0 \dots q_0)$ durchläuft. Aus den Gleichungen (5.) folgt aber, wenn $q^{\frac{1}{4}}$ für q gesetzt wird

$$(7.)\qquad \frac{\vartheta\left(0, q^{\frac{1}{4}}\right)}{\vartheta_3\left(0, q^{\frac{1}{4}}\right)} = \frac{1 - \dfrac{\vartheta_2(0, q)}{\vartheta_3(0, q)}}{1 + \dfrac{\vartheta_2(0, q)}{\vartheta_3(0, q)}}.$$

Hiernach nimmt $\dfrac{\vartheta\left(0, q^{\frac{1}{4}}\right)}{\vartheta_3\left(0, q^{\frac{1}{4}}\right)}$ beständig ab, wenn q stetig wachsend das genannte Intervall durchläuft, oder es nimmt, was dasselbe besagt, $\dfrac{\vartheta(0, q)}{\vartheta_3(0, q)}$ beständig ab, wenn q stetig wachsend von 0 aus in $q_0^{\frac{1}{4}}$ übergeht. Es ist aber

$$\frac{\vartheta_2(0,q)}{\vartheta_3(0,q)} = \left(1 - \frac{\vartheta^4(0,q)}{\vartheta_3^4(0,q)}\right)^{\frac{1}{4}};$$

es wächst also $\frac{\vartheta_2(0,q)}{\vartheta_3(0,q)}$ gleichzeitig mit q, so lange $q < q_0^{\frac{1}{4}}$ ist. Daraus folgt sofort, dass dasselbe gilt, so lange q kleiner als

$$q_0^{\frac{1}{16}},\ q_0^{\frac{1}{64}},\ \text{u. s. w.}$$

ist. Die Glieder dieser Reihe convergiren aber gegen die Grenze 1; es wächst also $\frac{\vartheta_2(0,q)}{\vartheta_3(0,q)}$ gleichzeitig mit q, wie nahe auch q der Einheit kommen möge. Es ist ferner, wenn

$$\delta = 1 - \frac{\vartheta_2(0,q)}{\vartheta_3(0,q)}$$

gesetzt wird, nach (7.)

$$\frac{\vartheta\left(0, q^{\frac{1}{4}}\right)}{\vartheta_3\left(0, q^{\frac{1}{4}}\right)} < \delta,$$

$$1 - \frac{\vartheta_2^4\left(0, q^{\frac{1}{4}}\right)}{\vartheta_3^4\left(0, q^{\frac{1}{4}}\right)} = \frac{\vartheta^4\left(0, q^{\frac{1}{4}}\right)}{\vartheta_3^4\left(0, q^{\frac{1}{4}}\right)} < \delta^4,$$

und somit auch

$$1 - \frac{\vartheta_2\left(0, q^{\frac{1}{4}}\right)}{\vartheta_3\left(0, q^{\frac{1}{4}}\right)} < \delta^4.$$

Daraus folgt für jeden ganzzahligen positiven Werth von m

$$1 - \frac{\vartheta_2\left(0, q^{\frac{1}{4^m}}\right)}{\vartheta_3\left(0, q^{\frac{1}{4^m}}\right)} < (\delta)^{4^m};$$

es nähert sich daher, wenn m unendlich gross wird, der Werth von $q^{\frac{1}{4^m}}$ also der Grenze 1 unendlich nahe kommt,

$$\frac{\vartheta_2\left(0, q^{\frac{1}{4^m}}\right)}{\vartheta_3\left(0, q^{\frac{1}{4^m}}\right)}$$

ebenfalls dieser Grenze. Damit ist das oben hinsichtlich der Function $\frac{\vartheta_2(0,q)}{\vartheta_3(0,q)}$ Behauptete bewiesen.

Dies vorausgeschickt, denke man sich nun den Quotienten

$$\frac{\vartheta_2^4(0,q)}{\vartheta_3^4(0,q)}$$

in eine Potenzreihe $\mathfrak{P}(q)$ entwickelt. Das Anfangsglied derselben ist $16\,q$, und ihre Coefficienten sind sämmtlich rationale Zahlen; man kann daher eine unendliche Reihe rationaler Zahlen

$$\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \ldots$$

so bestimmen, dass für hinlänglich kleine Werthe von q die Gleichung

$$(8.)\qquad q = \sum_{n=0}^{\infty} \alpha_n\, \mathfrak{P}^{n+1}(q)$$

besteht, aus welcher sich, da $\alpha_0 = \frac{1}{16}$ ist,

$$(9.)\qquad \log\,(16\,q) = \log \mathfrak{P}(q) + \sum_{n=1}^{\infty} \beta_n\, \mathfrak{P}^n(q)$$

ergiebt, wo $\beta_1, \beta_2, \ldots$ ebenfalls rationale Zahlen sind.

Nimmt man nun eine positive Grösse q_0, die < 1 ist, so an, dass dieselbe im Convergenzbezirke der Reihe $\mathfrak{P}(q)$ liegt, und zugleich, wenn man

$$t_0 = \left(\frac{\vartheta_2(0,q)}{\vartheta_3(0,q)}\right)^4$$

setzt, die Summe

$$\sum_{n=1}^{\infty} |\beta_n|\, t_0^n$$

(wo $|\beta_n|$ den absoluten Betrag von β_n bezeichnet) einen endlichen Werth hat, so gilt die Gleichung

$$(10.)\qquad \log q + \log 16 = 4 \log \frac{\vartheta_2(0,q)}{\vartheta_3(0,q)} + \sum_{n=1}^{\infty} \beta_n \left(\frac{\vartheta_2(0,q)}{\vartheta_3(0,q)}\right)^{4n}$$

sicher für die der Bedingung

$$0 < q \leqq q_0$$

entsprechende Werthe von q, weil für jeden solchen Werth nach dem Vorhergehenden

$$0 < \left(\frac{\vartheta_2(0,q)}{\vartheta_3(0,q)}\right)^4 \leqq t_0$$

ist.

Man bezeichne

$$\left(\frac{\vartheta_2(0,q)}{\vartheta_3(0,q)}\right)^4 \text{ mit } t,$$

und setze in (10.) q^4 für q, so erhält man, da nach den Gleichungen (5.)

$$(11.)\qquad \frac{\vartheta_2(0,q^4)}{\vartheta_3(0,q^4)} = \frac{1 - \dfrac{\vartheta(0,q)}{\vartheta_3(0,q)}}{1 + \dfrac{\vartheta(0,q)}{\vartheta_3(0,q)}} = \frac{1-(1-t)^{\frac{1}{4}}}{1+(1-t)^{\frac{1}{4}}}$$

ist, einen zweiten Ausdruck für $\log q$, nämlich

$$(12.)\qquad 4\log q + \log 16 = 4\log\left(\frac{1-(1-t)^{\frac{1}{4}}}{1+(1-t)^{\frac{1}{4}}}\right) + \sum_{n=1}^{\infty}\beta_n\left(\frac{1-(1-t)^{\frac{1}{4}}}{1+(1-t)^{\frac{1}{4}}}\right)^{4n}.$$

Aus (10.) und (12.) ergiebt sich dann die Gleichung

$$(13.)\qquad \sum_{n=1}^{\infty}\beta_n t^n = \log\left(\frac{8}{t}\,\frac{1-(1-t)^{\frac{1}{4}}}{1+(1-t)^{\frac{1}{4}}}\right) + \frac{1}{4}\sum_{n=1}^{\infty}\beta_n\left(\frac{1-(1-t)^{\frac{1}{4}}}{1+(1-t)^{\frac{1}{4}}}\right)^{4^n}.$$

Bei der Herleitung dieser Gleichung ist t als Function von q angenommen worden. Da aber, wenn q stetig wachsend das Intervall $(0\ldots q_0)$ durchläuft, t ebenfalls beständig wachsend vom Werthe 0 zum Werthe t_0 übergeht, so erhellt, dass die Gleichung (13.) besteht, wenn man t als eine unabhängige Veränderliche betrachtet und derselben irgend einen dem Intervall $(0\ldots t_0)$ angehörigen Werth giebt.

Es ist aber

$$d\log\left(\frac{1-(1-t)^{\frac{1}{4}}}{1+(1-t)^{\frac{1}{4}}}\right) = \frac{\frac{1}{4}(1-t)^{-\frac{3}{4}}dt}{1-(1-t)^{\frac{1}{4}}} + \frac{\frac{1}{4}(1-t)^{-\frac{3}{4}}dt}{1+(1-t)^{\frac{1}{4}}}$$

$$= \frac{\frac{1}{2}(1-t)^{-\frac{3}{4}}dt}{1-(1-t)^{\frac{1}{2}}} = \left(\tfrac{1}{2}(1-t)^{-\frac{3}{4}} + \tfrac{1}{2}(1-t)^{-\frac{1}{4}}\right)\frac{dt}{t};$$

entwickelt man also $\frac{1}{2}(1-t)^{-\frac{3}{4}} + \frac{1}{2}(1-t)^{-\frac{1}{4}}$ nach Potenzen von t und setzt

$$(14.)\qquad \tfrac{1}{2}(1-t)^{-\frac{3}{4}} + \tfrac{1}{2}(1-t)^{-\frac{1}{4}} = 1 + \varepsilon_1 t + 2\varepsilon_2 t^2 + 3\varepsilon_3 t^3 + \ldots,$$

so ergiebt sich

$$(15.)\qquad \log\left(\frac{1-(1-t)^{\frac{1}{4}}}{1+(1-t)^{\frac{1}{4}}}\right) = \log\frac{t}{8} + \sum_{\nu=1}^{\infty}\varepsilon_\nu t^\nu,$$

und es sind $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \varepsilon_3, \ldots$ sämmtlich rationale und **positive** Zahlen. Aus (15.) folgt sodann

$$(16.)\qquad \left(\frac{1-(1-t)^{\frac{1}{4}}}{1+(1-t)^{\frac{1}{4}}}\right)^m = t^m\sum_{\nu=0}^{\infty}\varepsilon_{m,\nu}t^\nu,$$

wo für einen beliebigen Exponenten m die Coefficienten $\varepsilon_{m,\nu}$ mittels der aus (16.) und (14.) sich ergebenden Gleichung

$$\sum_{\nu=0}^{\infty}(m+\nu)\varepsilon_{m,\nu}t^{m+\nu-1} = m\sum_{\nu=0}^{\infty}\varepsilon_{m,\nu}t^{m+\nu}\cdot\left(\frac{1}{t} + \sum_{\nu=1}^{\infty}\nu\varepsilon_\nu t^{\nu-1}\right)$$

bestimmt werden können. Man erhält aus dieser Gleichung die Recursionsformel

$$(17.)\qquad \nu\varepsilon_{m,\nu} = m\sum_{\mu=1}^{\nu}\mu\varepsilon_\mu\varepsilon_{m,\nu-\mu} \qquad (\nu > 0)$$

aus welcher, da $\varepsilon_{m,0} = (\frac{1}{8})^m$ ist, sich die wichtige Folgerung ergiebt, **dass für einen positiven Werth von m die Grössen $\varepsilon_{m,\nu}$ sämmtlich positive Zahlen sind.**

Die Reihen

$$\sum_{\nu=1}^{\infty} \varepsilon_\nu t^\nu, \; \sum_{\nu=0}^{\infty} \varepsilon_{m,\nu} t^\nu$$

convergiren, wie aus der Herleitung derselben erhellt, für jeden (reellen oder complexen) Werth von t, dessen absoluter Betrag kleiner als 1 ist. Bei der angegebenen Beschaffenheit der Grössen $\varepsilon_\nu, \varepsilon_{m,\nu}$ ist also für jeden zwischen 0 und 1 enthaltenen reellen Werth von t und jeden positiven Werth von m

$$\sum_{\nu=1}^{n} \varepsilon_\nu t^\nu < \log\left(\frac{1-(1-t)^{\frac{1}{4}}}{1+(1-t)^{\frac{1}{4}}}\right) + \log\frac{8}{t}$$

$$\sum_{\nu=0}^{n} \varepsilon_{m,\nu} t^{m+\nu} < \left(\frac{1-(1-t)^{\frac{1}{4}}}{1+(1-t)^{\frac{1}{4}}}\right)^m.$$

Daraus ergiebt sich, wenn man t gegen die Grenze 1 convergiren lässt,

$$\sum_{\nu=1}^{n} \varepsilon_\nu \leqq \log 8, \; \sum_{\nu=0}^{n} \varepsilon_{m,\nu} \leqq 1,$$

oder vielmehr, da dies auch gilt, wenn man $n+1$ für n setzt,

$$\sum_{\nu=1}^{n} \varepsilon_\nu < \log 8, \; \sum_{\nu=0}^{n} \varepsilon_{m,\nu} < 1.$$

Demnach convergiren die Reihen

$$\sum_{\nu=1}^{\infty} \varepsilon_\nu t^\nu, \; \sum_{\nu=0}^{\infty} \varepsilon_{m,\nu} t^\nu$$

auch für jeden Werth von t, dessen absoluter Betrag gleich 1 ist, und es ergiebt sich aus den Gleichungen (15, 14), wenn man t der Grenze 1 sich nähern lässt,

$$(18.) \qquad \sum_{\nu=1}^{\infty} \varepsilon_\nu = \log 8, \; \sum_{\nu=0}^{\infty} \varepsilon_{m,\nu} = 1.$$

Es werde jetzt

$$\sum_{\nu=0}^{\infty} \varepsilon_{m,\nu} t^{m+\nu} \text{ mit } \mathfrak{P}(t, m)$$

bezeichnet, so gilt nach dem Vorhergehenden die Gleichung

$$(19.) \qquad \sum_{n=1}^{\infty} \beta_n t^n = \sum_{n=1}^{\infty} \varepsilon_n t^n + \tfrac{1}{4} \sum_{n=1}^{\infty} \beta_n \mathfrak{P}(t, 4n)$$

für jeden in dem Intervall $(0 \ldots t_0)$ enthaltenen reellen Werth von t. Es möge jetzt aber t_0 irgend eine positive Grösse, die < 1 ist und zugleich im Innern des Convergenzbezirks der Reihe $\sum_{n=1}^{\infty} \beta_n t^n$ liegt, bedeuten. Dann ist, wenn man

$$t_1 = t_0^{\frac{1}{4}}$$

setzt, in Folge des Umstandes, dass die Coefficienten der Reihe $\mathfrak{P}(t, 4n)$ sämmtlich positiv sind und die Summe derselben den Werth 1 hat,

$\mathfrak{P}(t_1, 4n)$ positiv, aber kleiner als t_0^n,

und daher

$$o < \sum_{n=1}^{\infty} |\beta_n| \mathfrak{P}(t_1, 4n) < \sum_{n=1}^{\infty} |\beta_n| t_0^n.$$

Für jeden der Bedingung

$$|t| \leqq t_1$$

entsprechenden Werth von t ist nun

$$|\mathfrak{P}(t, 4n)| \leqq \mathfrak{P}(t_1, 4n),$$

und hat also die Summe

$$\sum_{n=1}^{\infty} \sum_{\nu=0}^{\infty} |\beta_n| \varepsilon_{4n,\nu} |t|^{4n+\nu}$$

einen endlichen Werth. Es ist deshalb die Reihe

$$\sum_{n,\nu} \beta_n \varepsilon_{4n,\nu} t^{4n+\nu} \qquad (n = 1 \ldots \infty, \nu = 0 \ldots \infty)$$

unbedingt convergent und es ergiebt sich, wenn man alle Glieder derselben, welche dieselbe Potenz von t enthalten, in eines zusammenzieht,

$$(20.) \qquad \sum_{n=1}^{\infty} \beta_n \mathfrak{P}(t, 4n) = \sum (r, \rho) t^{4r+\rho}, \qquad (\rho = 0, 1, 2, 3, r = 1 \ldots \infty)$$

wo

$$(21.) \qquad (r, \rho) = \sum_{n=1}^{r} \varepsilon_{4n, 4r-4n+\rho} \beta_n.$$

Aus der Gleichung (19.) erhält man hiernach

$$(22.) \qquad \begin{cases} \beta_1 = \varepsilon_1, \quad \beta_2 = \varepsilon_2, \quad \beta_3 = \varepsilon_3, \\ \beta_{4r+\rho} = \varepsilon_{4r+\rho} + \frac{1}{4} \sum_{n=1}^{r} \varepsilon_{4n, 4r-4n+\rho} \beta_n, \end{cases} \qquad \begin{pmatrix} r = 1 \ldots \infty \\ \rho = 0, 1, 2, 3 \end{pmatrix}$$

und kann also die Grössen β_n der Reihe nach berechnen, nachdem man zuvor die durch die Gleichungen (14, 17.) definirten Zahlen ε_n, $\varepsilon_{4n,\nu}$ bestimmt hat.

Aus den vorstehenden Formeln (22.) ist ersichtlich, dass die Grösse β_n ebenso wie die ε_ν, $\varepsilon_{4n,\nu}$ sämmtlich positive rationale Zahlen sind.

Es ergiebt sich aber auch aus dem Vorhergehenden, dass die Reihe

$$\sum_{n=1}^{\infty} \beta_n t^n$$

für jeden (reellen oder complexen) Werth von t, dessen absoluter Betrag nicht grösser als 1 ist, unbedingt convergirt.

Um dies nachzuweisen, bemerke ich zunächst, dass man die im Vorstehenden gemachte Voraussetzung, es liege die mit t_0 bezeichnete Grösse im Innern des Convergenzbezirkes der Reihe $\Sigma \beta_n t^n$, jetzt fallen lassen kann und nur anzunehmen braucht, es sei die Reihe für $t = t_0$ convergent. Denn nach dem eben Bewiesenen ist $|\beta_n| = \beta_n$, und es bleibt somit bestehen, dass die Reihe auf der rechten Seite der Gleichung (20.) für $t = t_0^{\frac{1}{4}}$ convergirt. Für denselben Werth von t convergirt aber auch die Reihe $\Sigma \varepsilon_n t^n$; die Gleichung (19.) lehrt also,

dass, wenn die Reihe $\Sigma\beta_n t^n$ für $t = t_0$ convergirt, dasselbe nothwendig auch für $t = t_0^{\frac{1}{4}}$ und somit auch für

$$t = t_0^{\frac{1}{16}}, t_0^{\frac{1}{64}}, \ldots$$

stattfindet. Demgemäss convergirt die Reihe für positive Werthe von t, die der Einheit so nahe kommen, wie man will, und es ist also der Radius ihres Convergenzbezirks nicht kleiner als 1.

Hiernach gilt die Gleichung (10.)

$$\log q + \log 16 = 4 \log\left(\frac{\vartheta_2(0, q)}{\vartheta_3(0, q)}\right) + \sum_{n=1}^{\infty}\beta_n\left(\frac{\vartheta_2(0, q)}{\vartheta_3(0, q)}\right)^{4n}$$

für jeden der Bedingung

$$0 \leqq q < 1$$

entsprechenden Werth von q. Nähert sich aber q der Grenze 1, so convergirt der Ausdruck auf der rechten Seite dieser Gleichung gegen die Grenze

$$\sum_{n=1}^{\infty}\beta_n,$$

und es ist daher

$$\sum_{n=1}^{\infty}\beta_n = \log 16.$$

Demzufolge convergirt die Reihe

$$\sum_{n=1}^{\infty}\beta_n t^n$$

auch dann, wenn der absolute Betrag von t gleich 1 ist, und stellt für den durch die Bedingung

$$|t| \leqq 1$$

definirten Bereich der Grösse t eine continuirliche analytische Function derselben dar.

Setzt man nun

$$(23.)\qquad \psi(t) = \frac{t}{16}e^{\sum\limits_{n=1}^{\infty}\beta_n t^n},$$

so erhält man

$$(24.)\qquad \psi(t) = \sum_{n=0}^{\infty}\alpha_n t^{n+1},$$

wo die Coefficienten α_n identisch sind mit den in der obigen Gleichung (8.)

$$q = \sum_{n=0}^{\infty}\alpha_n \mathfrak{P}^{n+1}(q)$$

vorkommenden, welche also aus den β_n berechnet werden können und ebenso wie diese sämmtlich positive rationale Zahlen sind. Lässt man t der Grenze 1 sich nähern, so ergiebt sich

$$(25.)\qquad \sum_{n=0}^{\infty}\alpha_n = e^{-\log 16 + \sum\limits_{n=1}^{\infty}\beta_n} = 1.$$

Die Function $\psi(t)$ ist demnach durch die Gleichung (24.) für jeden der Bedingung

$$|t| \leqq 1$$

entsprechenden Werth der Veränderlichen t definirt. Für $t = 1$ ist $\psi(t) = 1$, dagegen für jeden anderen Werth von t

$$|\psi(t)| < 1.$$

Nun besteht nach dem Obigen die Gleichung

$$(26.) \qquad q = \psi(t),$$

wenn man

$$t = \left(\frac{\vartheta_2(0, q)}{\vartheta_3(0, q)}\right)^4$$

setzt, sicher für die einem gewissen Intervall $(0 \ldots q_0)$ angehörigen reellen Werthe von q. Für alle diesen Werthen von q entsprechenden Werthe von t gilt also die Gleichung

$$(27.) \left(1+2\psi(t)+2\psi^4(t)+2\psi^9(t)+\ldots\right)^4 = 16\psi(t)\left(1+\psi^2(t)+\psi^6(t)+\ldots\right)^4 \cdot t.$$

Es sind aber, wenn man t als eine unabhängige Veränderliche betrachtet und auf den durch die Bedingung

$$|t| \leqq 1$$

definirten Bereich beschränkt, den Werth $t = 1$ jedoch ausschliesst, beide Seiten der vorstehenden Gleichung eindeutige und continuirliche analytische Functionen von t, weil für jeden der betrachteten Werthe dieser Grösse

$$|\psi(t)| < 1$$

ist. Nach einem bekannten Satze besteht also die Gleichung für jeden dem angegebenen Bereiche angehörigen Werth von t. Es lässt sich ferner zeigen, dass $\vartheta_3(0, q)$ auch für einen complexen Werth von q nicht verschwinden kann, und zwar in derselben Weise wie oben unter der Voraussetzung, dass q eine positive Grösse sei, für die Function $\vartheta(0, q)$ bewiesen worden ist, dass sie nicht gleich Null werden kann.

Hiermit ist nun bewiesen:

Ist t eine (reelle oder complexe) Grösse, deren absoluter Betrag die Einheit nicht übersteigt, und die auch nicht gleich 1 ist, so wird die Gleichung

$$\left(\frac{\vartheta_2(0, q)}{\vartheta_3(0, q)}\right)^4 = t$$

befriedigt, wenn man

$$q = \psi(t) = \sum_{n=0}^{\infty} \alpha_n t^{n+1}$$

setzt.

Wenn also der Modul (k) der elliptischen Functionen seinem absolutem Betrage nach die Einheit nicht übersteigt und sein Quadrat

nicht gleich 1 ist, so gelten die unter (3.) aufgestellten Ausdrücke von

$$\sin \mathrm{am}\,(u, k),\ \cos \mathrm{am}\,(u, k),\ \Delta \mathrm{am}\,(u, k),$$

wenn man

$$q = \sum_{n=0}^{\infty} \alpha_n k^{2n+1}$$

nimmt. Da ferner die elliptischen Functionen eines beliebigen Moduls auf solche, deren Modul den eben angegebenen Bedingungen entspricht, zurückgeführt werden können, so genügt das Vorstehende zu dem Nachweise, dass jede der genannten Functionen als Quotient zweier Thetareihen darstellbar ist.

In einer folgenden Mittheilung werde ich aber zeigen, wie man die Reihe

$$\sum \alpha_n t^n$$

in eine für jeden Werth von t convergirende umgestalten kann, und zugleich nachweisen, wie sich mit den hier angewandten Hülfsmitteln auch die Aufgabe lösen lässt, aus einem die Gleichung

$$\left(\frac{\vartheta_2(0, q)}{\vartheta_3(0, q)}\right)^4 = t$$

befriedigenden Werthe von q alle übrigen abzuleiten.

Bericht über die Fortsetzung der Untersuchungen an elektrischen Fischen.

Beiträge zur Embryologie von Torpedo.

Von GUSTAV FRITSCH.

Hierzu Taf. IV.

Die Untersuchung der Torpedo-Embryonen ergab bisher folgende Resultate:

1. Die Entwickelung der elektrischen Organe bestätigt durchaus ihre phylogenetische Herleitung aus umgewandelten Muskeln in der von Hrn. BABUCHIN angedeuteten Weise.

2. Es ergiebt sich, dass es sich bei dieser Umwandlung um die äussere Gruppe der besonderen Kiemen- und Kiefermuskeln handelt, welche vorwiegend ventral entwickelt sind, während die tiefer gelegenen dorsal entspringenden Kiemenmuskeln mit dem Homologon des Digastricus am Kiefer der Muskelfunction ganz erhalten bleiben.

Abgesehen von den Muskeln, welche den Kiemenkorb als Ganzes bewegen, schafft bei Torpedo die völlige Einrahmung desselben durch die sich aneinander legenden Kopf- und Flossenknorpel den übrig bleibenden Muskeln so viel günstigere Stützpunkte, dass sie einer erhöhten Anforderung an ihre Leistung wohl genügen können. Die geschwächten Beissmuskeln entsprechen der Schwäche des Kieferapparates überhaupt; da der Fisch durch die furchtbare Waffe des elektrischen Schlages die Kiefer als Waffe weniger benöthigt, bewältigt und verschlingt er trotz dieser Schwäche andere Fische von unglaublich scheinender Grösse.

3. Die Musculatur von fünf Visceralbögen hat das Material für die elektrischen Organe zu liefern, wobei der Kiefer-Zungenbeinbogen als der erste zählt, während der letzte Kiemenbogen an der Bildung unbetheiligt ist. Da die zu den Bögen gehörigen Nerven stets in den Bogenzwischenräumen verlaufen und es selbstverständlich zwischen diesen fünf Bögen nur vier Zwischenräume giebt, zeigt der Embryo (wie der erwachsene Fisch) nur vier elektrische Nerven.

4. Der Process der Umbildung embryonaler Muskelanlagen in elektrische Säulen erscheint makroskopisch als ein Schwellungsvorgang an den äusseren, unteren Winkeln der Bögen, mikroskopisch als ein Quellungsprocess der Muskelscheiden bei starker Kernvermehrung (Nucleation, Virchow) der embryonalen Muskelelemente.

5. Sobald die wuchernden Theile der Visceralbögen an den Berührungsstellen mit einander verschmelzen, leitet sich die Anlage der elektrischen Säulen ein, welche von der Peripherie her in der Weise entstehen, dass die aus indifferenten embryonalen Zellen sich herausbildenden Muskelfasern zu allmählich sich vergrössernden Gruppen oder Primitivbündeln verkleben, welche durch die peripherisch neu hinzukommenden mehr und mehr medianwärts gedrängt werden.

Diese elektrischen Säulenanlagen sind embryonalen Muskelprimitivbündeln durchaus ähnlich, sie gruppiren sich um die elektrischen Nerven und stellen für einen ganz kurzen Zeitraum (im Übergang zum Stadium rajiforme) demnach vier gesonderte Provinzen dar. Der beste Beweis, wie ähnlich die Säulen alsdann noch embryonalen Muskeln sind, ergiebt sich daraus, dass de Sanctis eine fünfte Provinz solcher Säulen mit einem fünften elektrischen Nerven darstellt, während diese angeblichen elektrischen Säulen Muskelbündel sind und bleiben.

Die Säulen sind in dieser Zeit längsfaserig mit länglichen Kernen ohne eine Spur von Plattenbildung; der Faserinhalt zeigt schwache Querstreifung ähnlich wie in den gleichzeitigen Muskelelementen.

6. Unter rapider Vermehrung der Säulenzahl geht der Embryo in das Stadium torpediniforme über. Sobald dies erreicht ist, zeigen die Organe nicht nur die normale Säulenzahl, sondern auch die wesentlichen Eigenthümlichkeiten, welche das Mosaik der entwickelten Organe erkennen lässt, nämlich: verhältnissmässig grosse Säulen der Scheibe und des inneren Randes, kleine und unvollkommen entwickelte an der Peripherie, welche letzteren der umhüllenden Schicht eng anhaften. Da sich der Differenzirungsprocess von hier aus entwickelt, so sind diese unvollkommenen Säulen, welche beim Erwachsenen so leicht Unsicherheit in die Zählungen tragen, als ein Zeichen der definitiven Erschöpfung des Säulenbildungsmaterials aufzufassen. Wenn sie sich bei besserer Ausbildung der Organfascie später auch etwas mehr abrunden, lässt sich die Abplattung derselben gegen die Peripherie selbst am entwickelten Fisch nachweisen.

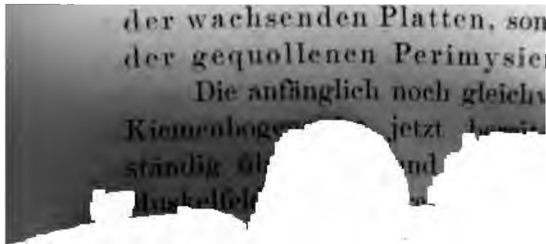
7. Als weiterer Rest embryonaler Bildung, welche sich noch im ausgewachsenen Thier nachweisen lässt, ist die eigenthümliche, reihenweise Anordnung der Säulen im Organ zu bezeichnen. Es markirt sich, besonders nach dem inneren Rande zu, eine radiäre, ungefähr

auf die Medulla spinalis unterhalb des Lobus electricus gerichtete Reihenstellung der Säulen: diese rührt her von den Begrenzungen der embryonalen Provinzen des Organs, sowie von dem Verlauf der ausstrahlenden elektrischen Hauptnervenstämme; ausserdem aber eine reihenweise Anordnung parallel dem Organumfang der äusseren Peripherie: diese bezeichnet die gleichzeitige Loslösung hier gebildeter Säulen von der Matrix.

8. Die selbständige Bedeutung der Quellungsprocesse für die Organbildung macht sich in diesem Stadium auf höchst eigenthümliche Weise bemerklich, indem die durch bindegewebige Scheiden gebildeten, prismatischen Fächer für die Säulen bereits angelegt werden, lange bevor die Säulen im Stande sind, diese Fächer auszufüllen.

Der Organlängsschnitt (Querschnitt der Säulen) zeigt also die rundlichen Säulen in weitem Abstande von polygonalen Höfen umzogen, den Zwischenraum, abgesehen von Nerven und Gefässen, mit unreifem, sehr gequollenem Bindegewebe erfüllt. Diese Beobachtung ist bei dem gewöhnlich erst spätem Erscheinen festerer Scheiden meiner Überzeugung nach nur so zu deuten, dass der dem *Perimysium externum* der embryonalen Säulen eigene Quellungsvorgang an der weiteren Säulenperipherie die Bindegewebselemente zu anfangs unvollständigen Scheiden zusammendrängt, indem jedem Säulenindividuum dadurch gleichsam der später erforderliche Raum gesichert wird (vergl. Taf. IV.).

Die definitive prismatische Gestaltung der Säulen, respective der elektrischen Platten entsteht also nicht durch das Aneinanderdrängen der wachsenden Platten, sondern durch das Aneinanderdrängen der gequollenen Perimysien.



Die anfänglich noch gleich[illegible] thig erscheinende [illegible] Kiemenbog[illegible] jetzt [illegible] on dem [illegible] ständig [illegible] nd [illegible] s ein [illegible] Muskelfel[illegible] inkel des [illegible] nbildung [illegible] iforme [illegible] tung des [illegible] i die [illegible] n eine [illegible] or[illegible] äulen [illegible] während [illegible] plasma [illegible] ku[illegible] Körper [illegible] die e[illegible] der [illegible]

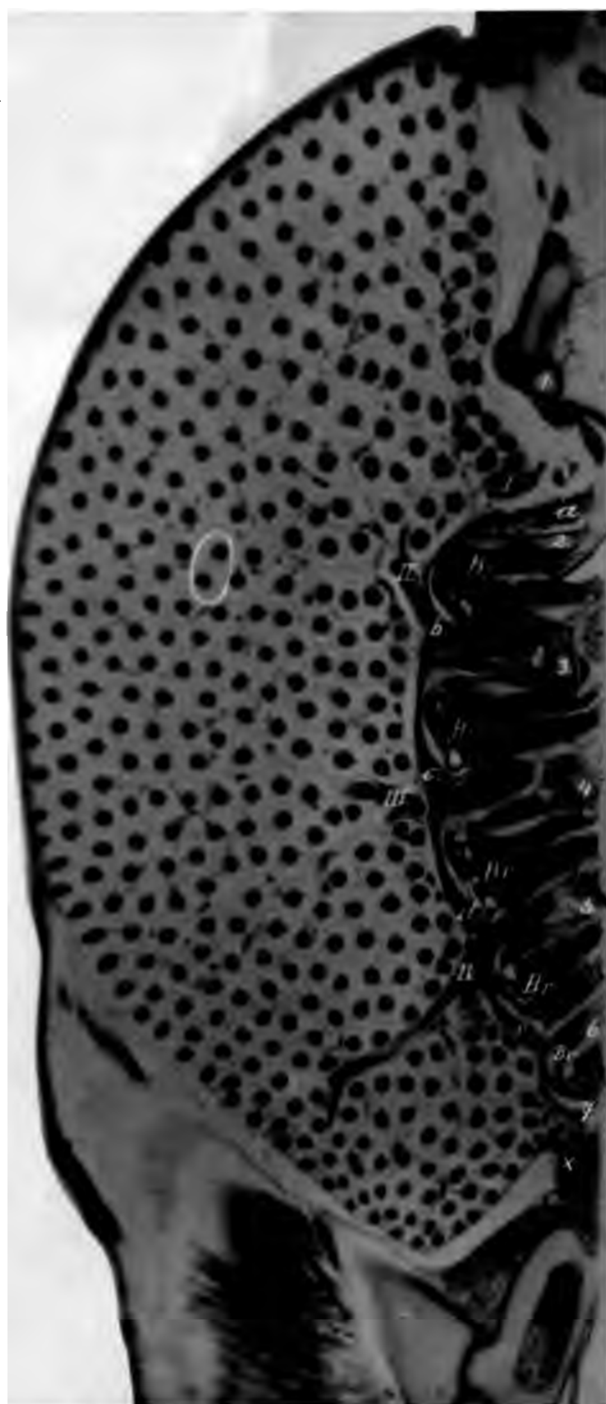


Birnförmige »Plattenbildner«, wie sie nach Hrn. Babuchin's Abbildung des Säulenlängsschnittes die embryonalen Zellen hier und da auseinander drängen, kann ich an meinen Praeparaten nicht finden, doch glaube ich gern, dass durch Maceration isolirte Elemente solche Gestalt annehmen können. Auch habe ich mich nicht davon überzeugen können, dass der Process der Kernvermehrung nur vom Bauchende der embryonalen Faser seinen Ursprung nimmt. Die je nach dem Alter der Säule längeren oder kürzeren Querreihen der proliferirenden Kerne sind so dicht gestellt, dass das zu ihnen gehörige Protoplasma nur an dünnsten Schnitten überhaupt zu umgrenzen ist, zumal zwischen den runden Kernen der entstehenden Platten sich noch Babuchin's »innere Belegzellen« einschieben. Demnach erscheint mir der Vorgang der Kernvermehrung als das wesentliche Moment der Plattenbildung, die Wucherung des Protoplasma's nur ein untergeordnetes, was auch der weitere Verlauf bestätigt, nämlich Zurückbildung des Protoplasma's der Platte bei Erhaltung der Kerne. welche an den ausgebildeten Platten von einem fast leer erscheinenden Hof umgeben sind.

10. Mit der Kernvermehrung geht bei steigender Regelmässigkeit der Plattenanordnung ein Untergang der musculären Längsfaserung einher, von welcher nur die früher von mir beschriebenen, von der »Couche dorsale« (Ranvier) ausgehenden, bindegewebigen Verbindungen zwischen den Platten übrig bleiben. Je weiter die Nucleation vorschreitet, um so stärker wird der Säulendurchmesser; ob dabei auch Verschmelzungen benachbarter Kerngruppen, resp. der umhüllenden Protoplasmamassen vorkommen, ist schwer festzustellen, doch erscheint sie mir unwahrscheinlich. Während im ersten Stadium der Säulenbildung die Kerne der embryonalen Muskelfasern im Allgemeinen länglich, die der bindegewebigen Zwischensubstanz rundlich sind, hat sich jetzt das Verhältniss umgekehrt, indem die Plattenkerne rundlich, die Scheidenkerne länglich, platt oder unregelmässig geworden sind.

Die weiteren Veränderungen der zum nervösen Glied gehörigen »inneren Belegzellen«, sowie der »äusseren Belegzellen« der Säulen, welche ebenfalls hauptsächlich zu den Nerven und Gefässen in Beziehung treten, hat Hr. Babuchin mit ebenso grosser Sorgfalt als Geschicklichkeit verfolgt, und habe ich zur Zeit dazu Nichts hinzuzufügen, sondern bestätige sie vollkommen.

11. Ausser diesen histologischen Elementen der Organe selbst ist noch die Entwickelung der elektrischen Nerven zu berücksichtigen. Auch in diesem Kapitel schliesse ich mich Hrn. Babuchin vollständig an; besonders hervorheben möchte ich aber dabei, dass es leider vollkommen richtig ist, wenn der genannte Autor klagt, wie schwierig



Horizontalschnitt durch das rechte elektrische Organ vom Embryo des Torpedo ocellata.

Vergröss. 16.

LICHTDRUCK VON STRUMPER & CO., HAMBURG.

oder unmöglich es sich erweist, die sehr früh in dichten Bündeln auftretenden Nervenfibrillen ihrer Entstehung nach auf Zellen zurückzuführen, so plausibel solche Herleitung auch erscheint. Hierin müssen wir aber weiteren Aufschluss von der Zukunft erhoffen.

Es ergiebt sich aus der Summe der vorstehend verzeichneten Beobachtungen, dass die ganze Entwickelung der elektrischen Organe in allen ihren einzelnen Phasen unverträglich ist mit der Annahme, es fände sich am ausgebildeten Thier noch eine Vermehrung der Säulen. Die Betrachtung lehrt gleichzeitig, welche Anforderungen man hinsichtlich des Nachweises im extrauterinen Leben entstehender Säulen histologisch zu stellen hätte.

An dieser Stelle sei mir vergönnt auf die grosse Zuvorkommenheit hinzuweisen, mit welcher mich sowohl die zoologische Station zu Neapel als auch die österreichische zu Triest, und endlich die französische zu Villafranca mit reichlichem Material versorgt haben. Den Leitern dieser Stationen, den HH. Prof. Dohrn, Prof. Claus und Dr. Barrois, spreche ich hierdurch meinen herzlichsten Dank aus, zumal demjenigen der französischen Station, der mich in liebenswürdigster Weise unterstützte, obwohl die Umstände mich leider verhinderten, mit ihm persönlich in Verbindung zu treten.

Zeichenerklärung zu Taf. IV.

Horizontalschnitt durch das rechte elektrische Organ des Embryo von *Torpedo ocellata*.

O. = elektrisches Organ.
Br. = Kiemen.
I, II, III, IV. = die durchschnittenen elektrischen Nerven.
1—6 = die durchschnittenen Visceralbögen.
a—f die tieferen, Kiemenmuskeln.
x = äusseres Muskelfeld des letzten Bogens.

Ausgegeben am 22. Februar.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1883.
IX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

22. Februar. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

Hr. von Sybel las: Über Vorbereitung und Ausbruch der polnischen Revolution von 1863.

Ausgegeben am 1. März.

1883.
X.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

22. Februar. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. du Bois-Reymond. (i. V.)

1. Hr. Pringsheim theilte nachträgliche Bemerkungen zum Befruchtungsact von Achlya mit.

2. Derselbe legte Untersuchungen über die Befruchtung der Florideen von Hrn. Prof. Fr. Schmitz in Bonn vor.

3. Hr. Websky legte eine Mittheilung des Hrn. Prof. Reusch in Tübingen über eine neue Spaltungsrichtung am Gypsspath vor.

4. Hr. Weierstrass machte eine weitere Mittheilung zur Theorie der elliptischen Functionen.

Die drei letzteren Mittheilungen folgen hier.

Untersuchungen über die Befruchtung der Florideen.

Von Fr. Schmitz.

Hierzu Taf. V.

Die neueren botanischen Forschungen haben in immer zahlreicheren Fällen nachgewiesen, dass bei der geschlechtlichen Befruchtung eine directe Vereinigung zweier sexuell differencirter Zellen stattfindet, deren Product als befruchtete Eizelle zum Keim einer neuen Pflanze sich ausbildet. Als wesentlichstes Moment bei dieser Vereinigung der beiden Sexualzellen stellte sich dabei die Vereinigung des Zellkerns der männlichen Zelle, der zuweilen fast die ganze Masse dieser männlichen Zelle ausmacht, mit dem Zellkern der weiblichen Zelle heraus, in ganz analoger Weise, wie dies auch bei den thierischen Befruchtungsvorgängen der Fall ist[1]. Einer Verallgemeinerung dieser Resultate stehen jedoch bisher noch mehrere, nicht genügend aufgeklärte Befruchtungsvorgänge im Wege. Vor allem aber bieten die Florideen, bei denen die Vereinigung der beiden Sexualzellen meistens die Weiterentwickelung einer dritten, mehr oder weniger weit entfernten Zelle zur Folge hat, einer allgemeinen Theorie der Sexualität grosse Schwierigkeiten dar.

Meine eigenen Beobachtungen über die Entwickelung der Squamarieen[2] hatten mich nun bei der Fruchtbildung dieser Florideen-Gruppe eigenthümliche Vorgänge auffinden lassen, welche den früheren Beobachtungen von Thuret und Bornet über die Befruchtung von *Dudresnaya* und *Polyides* sich anschlossen. Dies veranlasste mich, meine Untersuchungen weiter auszudehnen und die allgemeine Lösung der Frage nach dem Modus der geschlechtlichen Befruchtung und Fruchtbildung bei den Florideen in Angriff zu nehmen.

---

[1] Vergl. auch Strasburger, Über den Befruchtungsvorgang. Sitzb. der niederrhein. Ges. für Nat. u. Heilkunde zu Bonn. Sitzung vom 4. December 1882.

[2] Sitzungsberichte der niederrhein. Ges. für Nat. u. Heilkunde zu Bonn. 1879. S. 376—377. Sitzung vom 4. August.

Die Lösung dieser Aufgabe ward ausserordentlich dadurch erschwert, dass an meinem (im Binnenlande gelegenen) Wohnorte die Beschaffung des erforderlichen Untersuchungsmaterials mit der grössten Schwierigkeit verbunden war. Ich fühle mich deshalb der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin zu besonderem Danke verpflichtet, dass sie mir im Herbste 1881 einen längeren Aufenthalt an der Seeküste ermöglichte. Und ebenso sage ich hierdurch Hrn. Dr. Bornet in Paris für seine freigebige und jederzeit bereitwillige Unterstützung mit Untersuchungsmaterial meinen verbindlichsten Dank.

Diese Schwierigkeit der Beschaffung geeigneten Untersuchungsmaterials, um die begonnenen Studien zu vervollständigen und abzuschliessen, mag es auch rechtfertigen, dass ich im Folgenden[1] die gewonnenen Resultate als Bericht über meine bisherigen Untersuchungen zusammenstelle, ohne schon jetzt auf die Einzelheiten genauer einzugehen. Ich beabsichtige, diese Bearbeitung der Florideen noch weiterhin fortzusetzen und womöglich durch Untersuchung sämmtlicher Typen der europäischen Meere zu vervollständigen.

I.

Der Thallus der Florideen baut sich allgemein aus verzweigten Zellfäden auf. Diese einzelnen verzweigten Zellfäden sind bald frei *(Chantransia, Callithamnion)*, bald durch eine mehr oder minder dichte Gallerte zusammengehalten *(Batrachospermum, Crouania, Nemalion)*, bald durch eine sehr dichte und zähe Intercellularsubstanz so fest und dicht zusammengeschlossen, dass sie einen parenchymatischen Zellkörper darstellen[2]. Bald ragt dabei der Hauptast eines Verzweigungssystems

[1] Auf die zahlreichen Angaben der Litteratur, welche den verschiedenen einzelnen Punkten der nachfolgenden Darstellung entgegenstehen, kann hier nicht im Einzelnen näher eingegangen werden. Es muss dies der späteren speciellen Bearbeitung der einzelnen Florideen-Gruppen überlassen bleiben.

[2] Bei dieser verschiedenartigen Ausbildung des Thallus erscheinen die habituellen Differenzen der einzelnen Thallusformen weit grösser, als es die Unterschiede der ganzen Wachsthumsweise wirklich sind. Diese laufen im Wesentlichen auf ein differentes Verhalten der älteren Lamellen der Mutterzellhäute hinaus. Werden nämlich diese älteren Lamellen der Mutterzellhäute bei dem Auswachsen einer Astzelle local durchbrochen, so wächst die Astzelle zu einem freien Fadenaste heran. Werden diese Lamellen dagegen von der heranwachsenden Astzelle nur gedehnt und abgehoben, so bleibt die Astzelle mit den benachbarten Zellen in mehr oder minder dicht geschlossenem, sogenanntem parenchymatischen Zellverbande vereinigt und durch gemeinsame Aussenhaut zusammengehalten. Verquellen dabei diese gemeinsamen Zellhautlagen gallertig, so erscheint der Thallus in Gestalt eines Systemes verzweigter Zellfäden, die von mehr oder minder dichter Gallerte eingeschlossen und umhüllt sind.

Diese verschiedenartige Ausbildung des Thallus schliesst somit eine nahe Verwandtschaft zweier Florideengattungen, wie verschieden auch auf den ersten Blick der Habitus derselben sein mag, niemals aus.

inmitten seiner zahlreichen Seitenäste besonders hervor *(Batrachospermum)*, bald wird er durch rasches Heranwachsen der Seitenäste, die sich in gleicher Ausbildung und Stärke ihm zur Seite ordnen, verdeckt und unkenntlich.

Die einzelnen Fäden wachsen durch Spitzenwachsthum in die Länge unter acropetal fortschreitender Gliederung der Endzelle, die bald durch Grösse hervorragt und dann leicht als Scheitelzelle unterschieden wird, bald nicht von den übrigen Zellen verschieden ist. Daher erscheinen die einzelnen Thalluszweige bald mit einer deutlichen Scheitelzelle an der Spitze des Hauptastes des ganzen Verzweigungssystemes versehen, bald wachsen sie, wenn weder der Hauptspross des Verzweigungssystemes deutlich hervortritt, noch die Endzellen der einzelnen Zweige sich deutlich abheben, anscheinend mit einer Scheitelfläche in die Länge, während doch in allen Fällen dieselbe Weise des Spitzenwachsthums sich vollzieht.

Dem Spitzenwachsthum des Zellfadens folgt allgemein ein oft sehr ausgiebiges intercalares Wachsthum durch Dehnung der einzelnen Zellen. Hierbei aber erfolgt niemals eine (orthogonale oder schräge) Quertheilung der einzelnen Gliederzelle und ebensowenig eine Längstheilung, deren Theilungswand die organische Längsaxe der Gliederzelle in sich fasst[1]. Die einzigen Theilungen vielmehr, welche die einzelnen Fadenzellen zerlegen, schneiden Stücke des Randes ab[2], die nun zu kürzeren oder längeren Seitenzweigen sich ausbilden.

Ebensowenig aber kann aus demselben Grunde eine nahe Verwandtschaft zweier Gattungen dadurch ausgeschlossen werden, dass die sporenbildende Gewebemasse, der sogenannte Kern des Cystocarps, in dem einen Falle einen geschlossenen Zellkörper, im anderen Falle ein verzweigtes Fadenbüschel darstellt (vergl. z. B. *Helminthora* und *Nemalion*, *Callithamnion* und *Seirospora*, *Cruoria* und *Cruoriopsis*, *Chylocladia* und *Lomentaria* u. a. m.)

[1] Zur Feststellung dieser Thatsache bedarf es in vielen Fällen sehr langwieriger und mühsamer Untersuchungen, sodass dieselbe leicht übersehen werden kann. In der Litteratur finden sich daher auch manche entgegengesetzten Angaben (von Nägeli, Kny, Reinke u. a.). In allen Fällen jedoch, die ich bisher habe nachuntersuchen können, habe ich diese Angaben nicht zu bestätigen vermocht und glaube mich nun nach sehr zahlreichen Einzeluntersuchungen berechtigt, die obigen Sätze als allgemeingültig für die Florideen aufzustellen. Sollten wirklich hie und da Ausnahmen vorkommen, so finden dieselben doch jedenfalls nur äusserst selten statt.

[2] Auf diesem Umstande, dass bei den Florideen niemals eine Gliederzelle durch eine Querwand oder durch eine (organisch-) mediane Längswand getheilt wird, vielmehr stets nur seitliche Randzellen von einer solchen Gliederzelle abgeschnitten werden, beruht auch die Thatsache, dass das Zellgewebe des Florideen-Thallus stets auf ein System verzweigter Zellfäden zurückzuführen ist, selbst bei körperlichem Thallus und lückenlosem Zusammenschluss der einzelnen Zellen. Ein jeder Zellkörper, den man unter Einhaltung dieser Bedingung construirt, muss ja dasselbe Verhalten zeigen, und nur auf dem Wegfall dieser Bedingung beruht es, dass nicht auch

Diese Randzellen werden an der einzelnen Gliederzelle bald in Einzahl, bald in Mehrzahl, bald simultan, bald succedan angelegt und bewirken je nach ihrer Anzahl und ihrer früheren oder späteren Ausbildung einen sehr verschiedenartigen Habitus der Zelltheilung und der Verzweigung der einzelnen Fäden. Sehr verbreitet dabei ist der Modus, dass am oberen Ende einer eben entstandenen Gliederzelle sofort eine Astzelle ausgegliedert wird, die sich neben der Endzelle des Fadens fast ebenso rasch und kräftig wie diese selbst hervorstreckt und dadurch leicht den Anschein einer regelmässig dichotomischen Verzweigung hervorruft; es sei im Folgenden dieser Verzweigungsmodus mit Bornet als subdichotom bezeichnet. —

Bei jeder Theilung einer Florideenzelle wird im organischen Mittelpunkt der gebildeten Scheidewand ein eigenthümlicher Tüpfel angelegt, der die beiden Schwesterzellen in Verbindung erhält, so lange dieselben lebendig bleiben[1]. Dieser Tüpfel fällt niemals bei einer späteren Theilung der Zelle, wodurch ja, wie erwähnt, stets nur Randzellen abgetrennt werden, einer solchen Randzelle zu, sondern bleibt stets der Gliederzelle selbst erhalten. Bei jeder Abschneidung einer Randzelle wiederholt sich das Gleiche, sodass aus der Anzahl und Vertheilung dieser Tüpfel, selbst an den ganz ungleichmässig gedehnten Zellen erwachsener Thalluszweige, noch genau der genetische Zusammenhang der einzelnen Zellen mit ihren sämmtlichen Nachbarzellen erkannt werden kann, wofern nicht das Auftreten secundärer Tüpfel Schwierigkeiten hervorruft. — Solche secundären Tüpfel aber finden sich vielfach, namentlich bei Arten mit kleinzelligem Thallus, in der Weise ausgebildet, dass die einzelnen Thalluszellen mit sämmtlichen

---

die Zellmassen der Wurzeln, Stengel, Blätter u. s. w. der Archegoniaten und Phanerogamen auf ein System einfacher verzweigter Zellfäden zurückgeführt werden können.

Ein ganz ähnliches Verhalten wie die Florideen aber zeigen die Ascomyceten, bei deren grosser Mehrzahl nur selten eine Quertheilung der einzelnen Gliederzellen vegetativer Zellfäden erfolgt. Infolge dessen tritt auch bei diesen Ascomyceten der Aufbau des Thallus aus verzweigten Zellfäden meist ebenso deutlich, wenn nicht noch deutlicher als bei den Florideen hervor, und beruht das gelegentliche Auftreten parenchymatischer Zellkörper (z. B. bei der Anlage der Perithecien von *Pleospora herbarum* [vgl. Bauke in der Botanischen Zeitung 1877 S. 315 ff.]) wohl ebenso wie bei den Florideen nur auf dichtem, festem Zusammenschluss der sehr kurzgliederigen verzweigten Zellfäden.

[1] Ein solcher Tüpfel findet sich demzufolge sowohl in der unteren, als auch in der oberen Querwand einer jeden Gliederzelle. Zwischen den beiden Tüpfeln dieser beiden Querwände verläuft die organische Längsachse der Gliederzelle. Da nun, wie oben erwähnt, niemals eine Quertheilung, noch eine (organisch-) mediane Längstheilung einer Gliederzelle eintritt, somit niemals in der Gliederzelle eine Scheidewand gebildet wird, welche die organische Längsachse derselben schneidet oder in sich fasst, so folgt hieraus, dass die Gliederzelle stets die beiden ursprünglichen Tüpfel in den beiden Endflächen behalten muss, wie es in der That auch der Fall ist.

angrenzenden Zellen durch nachträgliche Ausbildung von ein oder mehreren Tüpfeln in den trennenden Scheidewänden in Verbindung treten, ohne Rücksicht darauf, ob sie durch diese Scheidewände von Schwesterzellen getrennt werden oder nicht. Ja durch solche secundären Tüpfel treten zuweilen sogar die Zellen der secundären, rhizoidartigen Markfäden dickerer Florideen-Stämme mit einzelnen Zellen des Gewebes, durch welches sie hindurchwachsen, in nähere Verbindung.

Diese (im Allgemeinen kreisförmigen) Tüpfel sind durch äusserst dünne Membranlamellen geschlossen. Diesen Schliesshäuten aber liegt beiderseits eine dicke Platte einer sehr dichten (durch Hämatoxylin und analoge Färbungsmittel sehr leicht und intensiv tingirbaren[1]) Substanz so dicht und fest an, dass es nur selten und nur durch Verquellen der Schliesshaut gelingt, dieselbe abzulösen[2]. Beide Platten stehen durch zahlreiche Stränge, welche hauptsächlich (zuweilen anscheinend ausschliesslich) im Umkreise des Tüpfels die Schliesshaut durchsetzen und hier vielfach seitlich zu hohlcylindrischem Verbande zusammenschliessen, in unmittelbarer Verbindung[3]. Andererseits aber hängen diese Platten mit dem wandständigen Protoplasma der betreffenden Zelle direct und fest zusammen und bilden anscheinend nur den Abschluss des wandständigen Protoplasmaschlauches[4] längs der Tüpfelfläche (in Wirklichkeit dürften sie aber wohl, wenigstens gegen

[1] Hinsichtlich ihres Verhaltens gegen Färbungsmittel zeigt die Substanz dieser Verschlussplatten der Tüpfel eine sehr grosse Analogie mit dem sogenannten Schleim der Siebröhren, den ich jedoch auf Grund wiederholter Untersuchungen (an Cucurbitaceen) ganz anders auffassen zu müssen glaube, als zur Zeit gewöhnlich geschieht.

Während man nämlich allgemein diesen Schleim als leblos betrachtet und denselben in den Siebröhren von Zelle zu Zelle fortwandern lässt, vermag ich meinerseits für ein solches Wandern des Schleimes in den Thatsachen selbst gar keinen Anhalt zu finden. Meines Erachtens bleibt dieser »Schleim« vielmehr in bestimmter Gestaltung (die allerdings bei der Präparation ausserordentlich leicht verletzt wird) in den einzelnen Zellen, in denen er gebildet wurde, erhalten. In den complicirteren Fällen (z. B. eben bei den Cucurbitaceen) stehen die gestalteten »Schleimmassen« (Verschlussplatten der Siebplatten und verbindende hohlcylindrische Stränge) der einzelnen Siebröhrenglieder (Zellen) sämmtlich unter einander in Verbindung und steilen so in der Pflanze ein zusammenhängendes System eigenthümlicher Stränge dar.

[2] In sehr instructiver Weise gelang mir dies z. B. an Exemplaren von *Griffithsia Schousboei* J. Ag. und *Pterothamnion Plumula* Naeg., die mittelst Pikrinsäure gehärtet wurden.

[3] Inwieweit analoge Verschlussplatten auch den Tüpfeln anderer Algen (Fucaceen, Dictyotaceen, Volvocaceen, u. a.) zukommen, muss weitere Untersuchung erst entscheiden. Die Thatsache, dass bei der Contraction des Plasmas an diesen Tüpfeln ziemlich regelmässig Plasmastränge haften bleiben, lässt ähnliche Verhältnisse im Bau dieser Tüpfel wohl erwarten. Doch erschwert die geringe Grösse der meisten dieser Gebilde die sichere Entscheidung der Frage gar sehr.

[4] Ob diese Platten durch locale Differenzirung (chemische Umwandlung) des wandständigen Protoplasmas entstehen, mag vorläufig dahin gestellt bleiben; doch möchte ich dies für nicht unwahrscheinlich halten.

das Zellenlumen hin, von einer sehr dünnen Protoplasmaschicht überzogen sein). — An getödtetem Materiale, dessen Zellwände gewöhnlich mehr oder weniger gallertig aufquellen, bleiben die Plattenpaare verbunden, und dementsprechend sieht man die contrahirten Plasmakörper der sämmtlichen einzelnen Zellen, gegen die Nachbarzellen hin mehr oder weniger zu strangförmigen Fortsätzen ausgezogen, vermittelst jener Plattenpaare unter einander in Verbindung.

So wird vermittelst der Stränge, welche die Schliesshäute der Tüpfel durchsetzen und die beiden Platten der einzelnen Paare verbinden, ein directer Zusammenhang der benachbarten Zellen unter einander hergestellt und damit eine unmittelbare Verbindung aller Thalluszellen[1] erzielt, die es ermöglicht, dass diese Thalluszellen trotz ihrer ausserordentlich grossen Anzahl in einheitlichem Zusammenwirken ein einheitliches Ganzes, ein einzelnes Pflanzen-Individuum, bilden[2].

Eine offene Communication, sodass ein Austausch geformter Protoplasmatheile, Zellkerne oder Chromatophoren zwischen den beiden benachbarten Thalluszellen stattfinden könnte, wird jedoch durch jene Tüpfel nicht hergestellt. Eine solche offene Communication wird vielmehr nur in einigen wenigen Fällen (Corallineen[3]) durch die Ausbildung grösserer offener Poren, welche nachträglich in der gemeinsamen Scheidewand benachbarter Thalluszellen angelegt werden, ermöglicht, analog den so vielfach verbreiteten H-förmigen Verbindungen der Hyphen von Ascomyceten und Basidiomyceten.

---

[1] Den unmittelbaren Zusammenhang aller Thalluszellen vermittelst dieser Tüpfel hat bereits Bornet (Études phycologiques p. 100) hervorgehoben, doch hielt er diese Tüpfel für vollständig offene Canäle. Er suchte sogar eben durch diesen unmittelbaren Zusammenhang aller Thalluszellen die Thatsache begreiflich zu machen, dass von der befruchteten weiblichen Zelle der befruchtende Einfluss auf jene Zelle, die zur Sporenfrucht auswächst, sich fortpflanzt.

[2] Meines Dafürhaltens dienen jene Verbindungsstränge zwischen den beiden Verschlussplatten der Tüpfel wesentlich der Übertragung dynamischer Einwirkungen von Zelle zu Zelle, die entsprechenden Poren der Zellhaut aber ermöglichen daneben auch einen leichteren Austausch gelöster Substanzen zwischen den beiden benachbarten Zellen. Ein Wandern des Protoplasmas selbst von einer Zelle zur anderen vermittelst dieser offenen Verbindungswege halte ich für ausgeschlossen.

Mancherlei Momente scheinen mir sogar dafür zu sprechen, in den beiden Verschlussplatten der Tüpfel diejenigen Organe der einzelnen Zelle, welche die von der Nachbarzelle übermittelten Reize aufnehmen und verarbeiten, zu erblicken.

Und ebenso möchte ich aus mancherlei Gründen es nicht für unmöglich halten, dass die erwähnten (meines Erachtens mit den Verschlussplatten substanziell übereinstimmenden) »Schleimmassen« der Siebröhren eine ganz analoge Function wie jene Verschlussplatten und ihre Verbindungsstränge besitzen, nämlich wesentlich der Verarbeitung und Fortleitung dynamischer Reize dienen, sodass der Gedanke Hanstein's (Protoplasma S. 172), dass möglicherweise die Siebröhren der Pflanzen den thierischen Nerven vergleichbar seien, sich bestätigen würde.

[3] Vergl. Schmitz in Sitzungsb. d. niederrh. Ges. f. Nat. u. Heilkunde. 1880 S. 122. Sitz. am 7. Juni 1880.

II.

An diesem Thallus entstehen die Sexualzellen durch Differenzirung einzelner Endzellen des ganzen Systems verzweigter Zellfäden.

Die männlichen Zellen werden gewöhnlich in grösserer Anzahl neben einander gebildet. Neben der zumeist ziemlich kleinen Endzelle eines kürzeren oder längeren Fadenastes werden von der obersten Gliederzelle (eine oder) mehrere kleine Astzellen angelegt, die ebenso wie die Endzelle selbst zu männlichen Zellen sich ausbilden. An der zweiten und oft auch der dritten Gliederzelle (zuweilen auch den folgenden Gliederzellen) wiederholt sich das Gleiche, oder es treten aus diesen Gliederzellen kurze, ein- bis mehrzellige Seitenästchen hervor, die nun ihre Endzellen, sowie die Astzellen der oberen Gliederzellen zu männlichen Zellen ausgestalten. Daher stehen die männlichen Zellen zu mehreren vereint auf der Spitze der obersten Zelle und am oberen Ende der nächstangrenzenden Gliederzellen eines einfachen oder verzweigten Fadenastes. — Solche Äste aber sind bald einzeln, bald in Gruppen vereinigt am Thallus der einzelnen Florideen-Species vertheilt und bilden dadurch sogenannte Antheridien von sehr mannigfaltig wechselnder Gestaltung.

Solche Antheridien zeigen zuweilen die Gestalt einzelner grösserer oder kleinerer Fadenbüschel (*Callithamnion*, *Scinaia* u. s. w.); meist aber sind mehrere oder zahlreiche derartige Büschel zu Gruppen zusammengestellt, welche kleinere oder grössere Strecken der Thallusoberfläche überziehen (*Nitophyllum*, *Peyssonelia*, *Polyides*, *Ceramium* u. s. w.). Zuweilen sind solche Gruppen eingesenkt und kleiden Vertiefungen der Thallusoberfläche aus, oder es sind gar diese Vertiefungen zu krugförmigen Behältern gestaltet, die in ihrer Ausbildung die grösste Ähnlichkeit mit den Spermogonien der Flechten und Äcidiomyceten darbieten (*Gracilaria*, *Galaxaura*, viele Corallineen). In allen Fällen aber gehen die männlichen Zellen ausschliesslich (ich habe niemals eine Ausnahme beobachtet) aus den Endzellen kürzerer oder längerer Äste der Thallusfäden hervor, niemals aus Gliederzellen derselben[1]. —

[1] Einige wenige entgegengesetzte Angaben der Litteratur (über die Bildung der Spermatien von *Melobesia deformans* bei SOLMS [Corallinenalgen des Golfes von Neapel S. 53] und von *Hildenbrandtia rivularis* bei BORZÌ [Rivista Scientifica I. No. 1. Messina 15 maggio 1880]) muss ich bisher noch dahingestellt lassen, da ich die betreffenden Fälle noch nicht selbst habe untersuchen können. Allein da ich bei allen genauer untersuchten Florideen die obige Regel bestätigt fand, auch wenn der erste Anblick der Antheridien eine ganz andere Entwicklungsweise der Spermatien in Aussicht stellte, so möchte ich es für nicht unwahrscheinlich halten, dass bei genauerer Untersuchung auch die genannten Ausnahmefälle auf jene Regel sich zurückführen lassen.

Die einzelne männliche Zelle erwies sich in allen genauer untersuchten Fällen von ihrer ersten Entstehung an farblos; geformte Chromatophoren waren innerhalb derselben niemals zu erkennen. Dagegen war überall ein ziemlich grosser Zellkern innerhalb des Protoplasmas, das meist einige kleine glänzende Körnchen einschloss, nachzuweisen. Bei vollständiger Reife der männlichen Zelle reisst die Membran derselben an der Spitze auf, der Plasmakörper tritt als dichter, kugeliger oder länglicher Körper, der zuweilen am unteren Ende in eine schwanzartige Spitze ausgezogen ist *(Cruoria purpurea, Corallina, Amphiroa)*, ins Freie hervor. Im Inneren dieses hervorgetretenen Spermatiums aber umschliesst stets ein ziemlich dichtes Protoplasma mit einigen kleinen glänzenden Körnchen einen ziemlich grossen, bald central, bald etwas excentrisch gelagerten Zellkern.

Die Entwickelung und Entleerung der einzelnen Spermatien eines Antheridiums erfolgt successive. Sehr häufig aber wächst nach der Entleerung einer Spermatium-Mutterzelle die Trägerzelle derselben durch und entwickelt innerhalb der entleerten Hülle der Spermatium-Mutterzelle eine neue männliche Zelle *(Batrachospermum, Cantransia)*, bis die Inhaltsmassen der Trägerzellen verbraucht sind.

Die einzelnen, ins Freie hervorgetretenen Spermatien stellen membranlose kleine Zellchen dar, denen der herrschenden Ansicht zufolge jegliche selbständige Beweglichkeit mangelt. Meine eigenen Beobachtungen haben bisher ebenfalls nicht vermocht, an diesen Zellen Bewegungsorgane oder überhaupt eine auffallende selbständige Beweglichkeit irgend welcher Art sicher nachzuweisen. Doch veranlasst mich eine Reihe von Beobachtungen[1] zu der Vermuthung, dass die

[1] Ich sah z. B. bei der Beobachtung lebender Spermatien von *Polysiphonia elongata* Grev. (in Helgoland) ganz deutlich ein einzelnes Spermatium langsam durch das Gesichtsfeld des Mikroskopes fortrücken, während die übrigen Spermatien vollständig stille lagen.

Mehrmals auch sah ich Spermatien derselben *Polysiphonia* an anderen Körpern in solcher Weise festhaften, dass das kugelige Spermatium um etwa die doppelte Länge seines Körperdurchmessers von dem Substrate abstand, gleichwohl aber mit diesem fest zusammenhing, da es alle, selbst die kleinsten Bewegungen des Substrates seinerseits durch pendelartig schwingende Bewegungen begleitete. Es lag nahe, in dem fadenförmigen Verbindungsstrange, der hier, wie nach dem Gesagten angenommen werden musste, das Spermatium an das Substrat befestigte, die bisher vergebens gesuchte Zilie des Spermatiums zu erblicken. Allein es gelang mir leider trotz aller aufgewandten Mühe nicht, diese supponirte Zilie deutlich zu erkennen, so oft ich dieselbe auch zu erkennen glaubte.

Weiterhin deutet auf eine selbständige Beweglichkeit der Florideen-Spermatien doch auch die Thatsache hin, dass bei *Batrachospermum* die Spermatien durch die Gallerthülle der Thalluszweige hindurchdringen müssen, um an die Spitze der vollständig eingesenkten Carpogonien zu gelangen. Zu einem solchen Vordringen aber dürften sie doch wohl kaum ohne eigene (vielleicht amöboide?) Beweglichkeit befähigt sein.

bisherige Annahme, wonach die Spermatien nur passiv durch die Bewegung des umgebenden Wassers zu den weiblichen Zellen hingelangen, keineswegs vollständig die Thatsachen erschöpft, und möchte ich deshalb meinerseits die Frage nach der Beweglichkeit der isolirten Spermatien lieber noch unentschieden lassen.

III.

Die weiblichen Sexualzellen der Florideen entstehen ausnahmslos aus den Endzellen kürzerer oder längerer Seitenäste des ganzen Verzweigungssystems der Thallusfäden. Diese Äste werden vielfach erst nach der Anlage der sämmtlichen übrigen Auszweigungen als secundäre Seitenäste angelegt. Bald sind sie auf eine sehr geringe Anzahl von Zellen (2 oder 3, selten 1) beschränkt, bald erreichen sie eine grössere Länge; zuweilen in der Ausbildung von den übrigen benachbarten sterilen Fadenästen nicht verschieden, lassen sie sich doch in den meisten Fällen durch ihre Gestalt[1], durch die Grösse ihrer Zellen oder durch abweichende Verzweigung ihrer Gliederzellen leicht unterscheiden. In allen Fällen aber gestaltet sich ihre Endzelle schliesslich zur weiblichen Sexualzelle, indem dieselbe aus ihrer Spitze eine Ausstülpung hervortreten lässt, die in einen mehr oder minder langen, haarartig dünnen oder keulenförmig verdickten, zuweilen an seiner Basis ein- oder mehrmals spiralig gedrehten (Fig. 17, 23) oder kolbig erweiterten (Fig. 33) Fortsatz, das Trichogyn, sich verlängert. Diese weibliche Zelle sei hier (nach Analogie des Oogoniums der Chlorophyceen) als Carpogonium bezeichnet[2].

Zur Zeit der Befruchtungsreife umschliesst das Carpogonium in seinem meist eiförmig gestalteten Bauchtheile ein sehr reichliches Protoplasma mit grossem, deutlichem Zellkern. Zuweilen sind diesem Protoplasma auch wohlausgebildete, mehr oder minder intensiv gefärbte Chromatophoren eingelagert *(Nemalion, Helminthocladia, Batrachospermum)*, in anderen Fällen aber ist das Protoplasma des Carpogo-

---

[1] Besonders bemerkenswerth wegen ihrer Ähnlichkeit mit den »Procarpien« der Collemaceen erscheinen diese Äste nach der Beschreibung von Arcangeli (Nuov. Giorn. bot. Ital. XIV. (1882) p. 160 ff. tav. 5. fig. 1—8) bei ***Batrachospermum Julianum*** Arcangeli, bei welcher Species die weibliche Zelle die Spitze eines kurzgliedrigen, schraubig gekrümmten Astes einnimmt.

[2] Die Terminologie der Fructificationsorgane der Florideen ist zur Zeit ziemlich schwankend. Die Ausdrücke »Carpogon«, »Procarp«, »carpogene Zellen«, »Trichogyn«, »Trichophor«, »Befruchtungsschlauch« u. s. w. werden von verschiedenen Autoren in ziemlich verschiedener Weise verwendet. Ich sah mich deshalb gezwungen, diese Terminologie, die ohnedies für die neugewonnenen Anschauungen vielfach nicht passte, für die vorliegende Darstellung ganz selbständig, doch möglichst unter Benutzung der bisherigen Bezeichnungen, zu ordnen.

niums vollständig hyalin. Das Trichogyn, in welches dieser Bauchtheil des Carpogoniums mittelst einer kurzen halsartigen Verengerung sich fortsetzt, ist erfüllt von farblosem Protoplasma, das, in der Spitze selbst meist vakuolenfrei, im übrigen von mehr oder minder zahlreichen Vakuolen durchsetzt ist und ausserdem einzelne, grössere oder kleinere glänzende Körnchen, die sich Färbungsmitteln gegenüber analog wie die Chromatinkörnchen der Zellkerne verhalten, in wechselnder Anzahl und Vertheilung umschliesst (Fig. 8).

Zu dieser Zeit zeigen die Zellen des Carpogonastes (d. i. desjenigen Astes, dessen Endzelle zum Carpogonium sich gestaltet) bei den verschiedenen Gattungen und Arten eine sehr verschiedenartige Ausbildung. In manchen Fällen mit mehr oder minder zahlreichen und kräftigen Seitenästchen besetzt *(Batrachospermum, Lemanea sp., Naccaria, Chondria* u. s. w.), sind sie in anderen Fällen unverzweigt. Zuweilen sind diese Zellen sämmtlich etwas vergrössert und mit mehr oder minder reichlichen Plasmamassen angefüllt; in anderen Fällen sind nur einzelne der Gliederzellen des Carpogonastes vergrössert und reichlich mit Inhalt erfüllt *(Calosiphonia)*; namentlich häufig aber pflegt die oberste dieser Gliederzellen, die hypogyne Zelle, vor den übrigen Zellen durch stärkere Ausbildung sich auszuzeichnen *(Gloeosiphonia* (Fig. 8—10), *Scinaia* u. a.).

Diese befruchtungsreifen Carpogonien pflegen nun in der Mehrzahl der Fälle die Spitze ihres Trichogyns aus der Thallus-Oberfläche heraus und in das umgebende Wasser hineinzustrecken. In einzelnen Fällen aber bleibt die Trichogynspitze im Inneren des Thallus verborgen resp. innerhalb der Gallerthülle desselben eingeschlossen *(Batrachospermum)*. In beiden Fällen jedoch gelangen die isolirten Spermatien (durch selbständige Bewegung?) an die Trichogynspitze hin und setzen sich hier fest, indem sie sich zugleich (wohl kaum schon vorher) mit Membran umgeben. Darauf wird dann an der Anheftungsstelle die Membran des Spermatiums und der Trichogynspitze resorbirt, und durch diese Öffnung treten nun die beiden Inhaltsmassen in offene Verbindung. So vereinigen sich die Plasmakörper des Carpogoniums und des Spermatiums zu einer einzelnen, zusammenhängenden Zelle, welche zunächst noch zwei differente Zellkerne einschliesst.

Im nächsten Entwickelungstadium ist dann der Zellkern des Spermatiums von seiner früheren Stelle verschwunden und nirgends mehr im Innern der Copulationszelle aufzufinden, im Bauchtheil des Carpogoniums aber liegt nach wie vor ein einzelner Zellkern. Eine Verschmelzung der beiden ursprünglichen Zellkerne zu diesem letzteren Zellkern konnte nun zwar bisher noch nirgends direct nachgewiesen werden. Gleichwohl aber darf wohl nach Analogie anderer Fälle mit grösster

Wahrscheinlichkeit angenommen werden, dass der Zellkern des Spermatiums durch das Trichogyn hindurch in den Bauchtheil des Carpogoniums hinüberwandert und hier mit dem Zellkern des Carpogoniums verschmilzt.

Dann verdickt sich im Trichogynhals die Zellwand und verengt mehr und mehr die mittlere Öffnung, bis diese endlich in der Mitte vollständig geschlossen ist (Fig. 1, 2—4, 6—7, 10, 16, 23, 35). Dadurch wird mittelst eines mehr oder minder dicken Membranpfropfes die Verbindung zwischen dem Bauchtheil des Carpogoniums und dem Trichogyn nebst Spermatium unterbrochen, die ganze Copulationszelle in zwei selbständige Zellen getheilt.

Diese beiden Theilzellen aber sind durchaus ungleichwerthig, indem nur die untere Zelle einen Zellkern besitzt und nun eine lebhafte Weiterentwickelung beginnt, die obere dagegen eines geformten Zellkerns vollständig entbehrt und fortan bis zu ihrem früheren oder späteren Untergange unthätig verharrt. Die erstere stellt die befruchtete weibliche Zelle, die befruchtete Eizelle, dar, die letztere dagegen bildet einen unbrauchbaren Theil des Copulations-Productes der beiden Sexualzellen, der nun abgegliedert und zur Seite geworfen wird, während die befruchtete Eizelle zu weiterer Ausbildung sich anschickt.

Im Inneren der abgegliederten Trichogynzelle finden sich vielfach in wechselnder Menge und Gestalt kleinere oder grössere Körnchen, welche gegen Färbungsmittel den Chromatinkörpern der Zellkerne analog sich verhalten, jedoch niemals geformten Zellkernen angehören (Fig. 1). Ich habe nicht feststellen können, ob diese Körnchen, die schon am befruchtungsreifen Carpogonium innerhalb des Trichogyns vorhanden sind, von dem Zellkern des Carpogoniums abgesondert werden, doch liegt die Vermuthung nahe, dass dieselben in der That von den Chromatinkörpern dieses Zellkerns abstammen. Die beschriebenen Vorgänge der Befruchtung würden dann dahin zu deuten sein, dass an der weiblichen Zelle, dem Carpogonium, die Abtrennung des Richtungskörpers (d. i. eines Stückes Protoplasma mit den abgesonderten unbrauchbaren Stücken des Zellkerns) unterbleibt bis nach der Vereinigung der männlichen Zelle mit der weiblichen Zelle und der Verschmelzung des männlichen Zellkerns mit dem Zellkern der weiblichen Zelle. Ich trage kein Bedenken[1], die beschriebenen Vorgänge in der That in solcher Weise zu deuten[2].

---

[1] In der Mehrzahl der Fälle wird allerdings auch bei den Pflanzen (wie bei den Thieren) der Richtungskörper schon vor der Befruchtung von der weiblichen Zelle abgetrennt (vergl. Strasburger, Befruchtung und Zelltheilung. S. 79—80), wie z. B. unter den Algen bei *Oedogonium*, *Coleochaete* und *Vaucheria* (bei letzterer Alge enthält der Richtungskörper zahlreiche kleine Kernfragmente, die von den zahlreichen

In der beschriebenen Weise vollzieht sich die Befruchtung allen bisher von mir genauer untersuchten Florideen, wie verschi auch die Gestalt des Trichogyns in den einzelnen Fällen sein Überall ward dieses Trichogyn nach erfolgter Befruchtung d Verschluss des kurzen Trichogynhalses von der befruchteten Ei als zellkernfreie Zelle abgetrennt und dem Untergang preisgege Die befruchtete Eizelle aber begann nun sofort ein sehr lebh neues Wachsthum.

IV.

Bei diesem neu beginnenden Wachsthum löst sich nun befruchtete Eizelle keineswegs (wie in den Oogonien der grünen A oder den Archegonien der Archegoniaten) aus dem bisherigen Gew verbande heraus, vielmehr verbleibt sie nach wie vor in unverände Zusammenhange mit der angrenzenden hypogynen Zelle und be nach wie vor die alte Zellhaut des Carpogoniums als eigene membran bei, je nach Bedarf dieselbe ausdehnend und verstärkend. es bleibt sogar der Tüpfel, welcher die Carpogonium-Zelle mit hypogynen Zelle verband, auch fernerhin in Function und setzt befruchtete Eizelle mit der hypogynen Zelle und dadurch mit gesammten Zellgewebe der Mutterpflanze in directe Verbindung. können daher der auswachsenden Eizelle die erforderlichen Nahru materialien in einfachster und bequemster Weise zugeführt werden. dieser Zusammenhang der befruchteten Eizelle mit dem Thallusgev der Mutterpflanze ist ein so vollständiger, dass diese befruchtete Ei leicht den Anschein einer gewöhnlichen Thalluszelle erweckt, von sie sich in der That zuweilen (*Chantransia corymbifera* Thur. Fig. 2. fast nur durch ihre ganz eigenartige Weiterbildung unterscheiden l

Diese weitere Entwicklung der Eizelle aber ist in den verschied Einzelfällen eine sehr verschiedene.

Zellkernen des jungen Oogoniums abgegliedert wurden. Allein eine Ausstossung Richtungskörpers erst nach erfolgter Befruchtung dürfte gleichwohl durchaus [illegible] erscheinen, wenn man bedenkt, dass ja bei der Ausstossung des Richtu körpers [illegible] Theil des Zellkerns mit etwas Protapl [illegible] Zelle [illegible] wird, ein solches Ausw [illegible] Theiles des Zellkerns [illegible] vor der Copul [illegible] kann.

[illegible] Theil der weibl [illegible] werden, als vorgestre [illegible] Zutritt des männlichen [illegible]

1. Helminthocladieen.

Im einfachsten Falle lässt die Eizelle nach einander zahlreiche Aussprossungen. Ooblasteme, wie sie hier genannt sein mögen, aus ihrer Oberfläche hervortreten (Fig. 1), die zu kurzgliederigen, reichlich subdichotomisch verzweigten, mehr oder minder langen Zellfäden heranwachsen. Die Anzahl dieser Ooblastemfäden ist dabei eine sehr wechselnde; bald werden dieselben in grosser Anzahl im ganzen Umfang der Eizelle mit Ausnahme der Grundfläche und des Scheitels angelegt *(Batrachospermum)*, bald ist die Ausbildung derselben an der Eizelle nur eine einseitige (*Chantransia* (Fig. 2—4), *Scinaia* (Fig. 7)); bald sind die Verzweigungen dieser Ooblastemfäden vollständig frei *(Batrachospermum, Chantransia, Helminthocladia, Nemalion, Scinaia)*, bald werden sie durch eine gemeinsame Gallerthülle zu einem ungefähr kugeligen geschlossenen Zellkörper zusammengehalten (*Helminthora* nach Bornet[1]). Zuweilen auch wölbt sich die befruchtete Eizelle zunächst nach aufwärts hervor und schneidet eine grössere obere Tochterzelle ab, worauf dann aus der ganzen freien Oberfläche dieser Tochterzelle die Ooblastemfäden hervorsprossen *(Nemalion multifidum)*.

Bei der Gattung *Lemanea* wachsen an der Spitze eines unverzweigten (*L. fluviatilis* und *ciliata* nach den Abbildungen bei Sirodot[2]) oder mit kurzen verzweigten Seitenästchen besetzten *(L. torulosa;* nach den Abbildungen bei Sirodot[3] auch *L. catenata* und *parvula)* Carpogonastes aus der befruchteten Eizelle mehrere Ooblastemfäden hervor, die, schräg abwärts wachsend, in die Höhlung des röhrenförmigen Thallus hinein sich erstrecken und sich hier reichlich verzweigen.

In allen diesen Fällen aber bildet sich durch Verzweigung der Ooblastemfäden ein mehr oder minder reich verzweigtes und dicht gedrängtes Fadenbüschel, das zuweilen vollständig nackt bleibt *(Chantransia, Lemanea)*, in der Mehrzahl der Fälle aber von dem Carpogonaste oder den angrenzenden Thallusfäden aus mit einer mehr oder minder dichten Hülle aus Zellfäden ausgestattet wird *(Batrachospermum, Nemalion, Helminthocladia)*, die bisweilen sogar zu einer festen Fruchtwandung dicht zusammenschliessen *(Scinaia)*. Zuweilen auch wachsen einzelne dieser sterilen Hüllfäden durch das Gezweig des fertilen Fadenbüschels hindurch und flechten sich als sterile Paraphysen zwischen die verzweigten Ooblastemfäden ein *(Batrachospermum)*.

In einzelnen Fällen *(Batrachospermum, Chantransia, Nemalion, Helminthocladia)* entwickeln diese Ooblastemfäden schliesslich aus

[1] Thuret-Bornet, Études phycologiques, p. 64.
[2] Annales des sciences naturelles. 5me Série. T. 16. pl. 3.
[3] A. a. O. pl. 4—5.

den Endzellen ihrer Verzweigungen einzelne Carposporen. Diese Endzellen schwellen an und füllen sich reichlich mit Inhalt. Zuletzt wird die Membran an der Spitze der Zelle aufgesprengt, der gesammte Plasmakörper tritt als einzelne nackte Spore ins Freie hervor. An den verschiedenen Endzellen eines einzelnen Fadenbüschels werden diese Sporen successive entleert: nach der Entleerung der einzelnen Endzelle aber wächst die Trägerzelle derselben durch und erzeugt innerhalb der entleerten Membran eine neue sporenbildende Endzelle, bis schliesslich alle Nahrungssubstanzen des ganzen Fadenbüschels verbraucht sind. — In anderen Fällen entwickeln ausser den Endzellen der Verzweigungen des Ooblastem-Fadenbüschels auch noch die oberen Gliederzellen in mehr oder minder grosser Anzahl einzelne Carposporen, sodass diese in kürzeren oder längeren, einfachen oder verzweigten Ketten ausgebildet werden (*Scinaia, Lemanea*).

In allen diesen Fällen aber stellt die ausgebildete Frucht, das Cystocarp, ein mehr oder minder reich verzweigtes Fadenbüschel dar, das, bald nackt, bald von Hüllfäden umhüllt, bald von einer geschlossenen Fruchtwandung umgeben, dem Thallusgewebe eingesenkt oder zuweilen auch aussen angeheftet ist.

2. Gelidieen.

In den bisher besprochenen Fällen werden die sporenbildenden Ooblastemfäden während ihrer Ausbildung durch Vermittlung der Eizelle, die (meist als Centralzelle des ganzen Fadenbüschels) fortdauernd erhalten bleibt, von dem Thallusgewebe der Mutterpflanze ernährt. Dies ist nun bei einer Gruppe von Gattungen, die sich zunächst hier anschliessen, nicht mehr der Fall.

Bei diesen Formen entwickelt die befruchtete Eizelle gewöhnlich (*Caulacanthus* (Fig. 39), *Pterocladia*) nur einen einzelnen Ooblastemfaden, der, sich reichlich verzweigend, gegen die Mitte des betreffenden Thalluszweiges hin sich wendet und mit seinen Verzweigungen den centralen Zellstrang desselben, die sogenannte Centralachse, der an dieser Stelle häufig (*Pterocladia*, *Wrangelia penicillata* Ag.) mit einem besonderen, kleinzelligen und inhaltsreichen Gewebe umhüllt ist, umklammert. Zwischen den Zellmassen dieses Gewebes hindurch schlängeln sich die Auszweigungen des Ooblastemfadens hin und her und schmiegen sich dabei vielfach einzelnen sehr inhaltsreichen Zellen dieses Gewebes (*Pterocladia*) oder, wo dieses fehlt, den Zellen des centralen Zellstranges selbst (*Caulacanthus* (Fig. 39)) dicht und fest an, hie und da auch durch Ausbildung von Tüpfeln mit denselben in directe Verbindung tretend (*Wrangelia*). Durch Vermittlung dieses sterilen

Gewebes reichlich ernährt, verzweigen sich dann die Auszweigungen des Ooblastemfadens sehr reichlich und entwickeln aus den keulenförmig erweiterten und aufgerichteten Endzellen und Astzellen in analoger Weise wie bei den zuvor beschriebenen Helminthocladieen je eine einzelne Spore *(Caulacanthus)* oder kurze Ketten von zwei (oder mehr) Sporen.

So entsteht durch reichliche Verzweigung des Ooblastemfadens ein Büschel sporenbildender Fäden, die im Inneren des Thalluszweiges sich ausbreiten und eine locale Anschwellung desselben hervorrufen. Diese Anschwellung nimmt bis zur Reife der Sporen mehr und mehr zu und setzt sich immer deutlicher gegen den übrigen sterilen Theil des Thalluszweiges ab. Dieser angeschwollene Theil bildet dann schliesslich die Frucht, das Cystocarp, dieser Florideen-Gattungen, indem das peripherische Thallusgewebe zur Fruchtwandung sich ausbildet, in welcher durch locales Auseinanderweichen der Zellen eine Austrittsöffnung entsteht, im Inneren aber rings um den centralen Zellstrang her von den umherkriechenden Auszweigungen des Ooblastemfadens die Masse der Sporen erzeugt wird. —

Bei einigen dieser Formen (*Naccaria Wigghii* Endl. und *hypnoides* J. Ag.) tritt noch eine weitere Complication des ganzen Entwicklungsganges der Frucht hinzu. Hier ist der Carpogonast in sehr verschiedener Ausbildung mit mehreren kurzen Seitenästchen besetzt und bildet dadurch einen mehrzelligen Complex grösserer und kleinerer, meist inhaltreicher Zellen (Fig. 24—26[1]). Mit einer oder der anderen dieser benachbarten grösseren Zellen tritt nun die aussprossende Eizelle in offene Verbindung unter vollständiger Verschmelzung der beiden Plasmakörper (Fig. 27), und darauf erst sprosst aus der Copulationszelle der Ooblastemfaden hervor und entwickelt sich in der zuvor beschriebenen Weise. Im Einzelnen vollzieht sich diese Copulation der auswachsenden Eizelle mit benachbarten inhaltsreichen Zellen, Auxiliarzellen, wie sie im Folgenden genannt sein mögen, in sehr wechselnder Weise je nach der Species. Im Allgemeinen aber hat diese Zuhülfenahme inhaltreicher benachbarter Zellen für die Ausbildung des Ooblastemfadens offenbar nur den Zweck, diesen, der aus der sehr kleinen befruchteten Eizelle entspringt, zu kräftigen und zu üppigerer Entwicklung in Stand zu setzen.

3. Cryptonemieen und Squamarieen.

Bei einigen der zuletzt genannten Formen treten, wie erwähnt, die Zellen der umherkriechenden sporenbildenden Fäden mit den

[1] Vergl. die Erklärung der Abbildungen.

Zellen der Centralachse oder des Hüllgewebes derselben durch Tüpfelbildung in nähere Verbindung, offenbar zu leichterer Vermittlung der Ernährung. Dies geht nun noch weiter bei einer Reihe anderer Formen, die sich hier zunächst anreihen (*Dudresnaya, Polyides, Dumontia, Calosiphonia, Gloeosiphonia*[1], — *Petrocelis, Cruoriopsis* und andere Squamarieen).

Aus der befruchteten Eizelle sprossen hier ein oder mehrere Ooblastemfäden hervor, die entweder sofort in dem umgebenden Thallusgewebe sich ausbreiten (*Dumontia, Gloeosiphonia* (Fig. 10), *Calosiphonia* (Fig. 23)) oder zunächst mit benachbarten Auxiliarzellen (meist Zellen des Carpogonastes selbst) durch Tüpfelbildung in Verbindung treten und dann erst weiterwachsen (*Petrocelis Ruprechti* Hauck) oder endlich mit diesen Auxiliarzellen eine Copulation eingehen, worauf dann erst aus der Copulationszelle die Ooblastemfäden in Einzahl oder Mehrzahl hervorsprossen (*Dudresnaya* (Fig. 17), *Polyides*). In allen Fällen aber kriechen darauf die Ooblastemfäden, reichlich sich verzweigend, als dünne, langgliedrige Zellfäden im Inneren des Thallusgewebes umher.

Bei diesem Umherkriechen wachsen die Spitzen dieser Zellfäden deutlich auf gewisse, inhaltreiche Zellen zu, die in mehr oder minder grosser Anzahl in der Nähe der Carpogonäste innerhalb des Thalluszweiges ausgebildet werden. Bisweilen sind diese Zellen einfach Gliederzellen der gewöhnlichen sterilen Äste der Thallusfäden, kaum durch Grösse etwas von den übrigen Fadenzellen unterschieden (*Calosiphonia*); in anderen Fällen sind diese Zellen durch besondere Grösse leicht zu erkennen (*Petrocelis, Polyides*); in anderen Fällen endlich werden sie an eigenthümlich gestalteten Thallusfäden ausgebildet und sind dadurch leicht innerhalb des sterilen Gewebes aufzufinden (*Dudresnaya* (Fig. 18, 20), *Dumontia*). Auf diese Zellen, die ihres weiteren Verhaltens wegen hier ebenfalls Auxiliarzellen zu nennen sind, wachsen die Ooblastemfäden zu und treten mit denselben in Verbindung.

Zuweilen (*Petrocelis Ruprechti* Hauck) wächst die Spitze des Ooblastemfadens direct auf die Auxiliarzelle zu und lehnt sich dieser fest an. Unter Resorption der trennenden Membranen geht dann die Spitzenzelle selbst mit der Auxiliarzelle eine Copulation ein. — In der Mehrzahl der Fälle aber wächst die Spitze des Ooblastemfadens nahe

[1] Ähnliche Vorgänge wie bei den oben genannten Gattungen hat Berthold auch bei anderen Cryptonemiaceen (Arten von *Halymenia, Nemastoma* und *Grateloupia*) beobachtet (vgl. Falkenberg in Schenk, Handbuch der Botanik. II. S. 184), doch bisher noch keine genaueren Mittheilungen darüber veröffentlicht. Ich selbst ward durch Berthold auf das Vorkommen derartiger Vorgänge bei *Calosiphonia* aufmerksam gemacht.

neben der Auxiliarzelle vorbei, nicht selten derselben dicht angeschmiegt (Fig. 18), und trennt sich dann als fortwachsende Endzelle ab (Fig. 20). Die neugebildete Gliederzelle aber, die nun der Auxiliarzelle mehr oder minder dicht anliegt, tritt unter Ausbildung eines kürzeren oder längeren Copulationsfortsatzes mit dieser in offene Verbindung. — In beiden Fällen vereinigen sich nach Resorption der trennenden Membranen die Plasmakörper der Auxiliarzelle und der Ooblastemzelle zu einem einheitlichen Zellkörper.

Die weitere Entwickelung dieser Copulationszelle aber ist in den verschiedenen Einzelfällen eine sehr verschiedene. In manchen Fällen *(Polyides, Petrocelis, Dudresnaya)* beschränkt sich die Verschmelzung der beiden copulirenden Zellen auf eine Vereinigung der beiden Plasmakörper zu einem einzelnen Zellkörper, während die Zellkerne der beiden copulirenden Zellen gesondert bleiben und nach wie vor innerhalb der beiden Hälften der Copulationszelle zu finden sind. In diesen Fällen sprosst dann aus derjenigen Hälfte der Copulationszelle, welche der Ooblastemzelle entspricht, seitlich ein Fortsatz hervor, dessen Spitze als selbständige Zelle abgegliedert wird (Fig. 19) und nun, weiter wachsend, einem einzelnen Sporencomplex den Ursprung giebt[1]. — In anderen Fällen *(Calosiphonia)* wächst dagegen aus derjenigen Hälfte der Fusionszelle, welche der Auxiliarzelle entspricht, (wahrscheinlich nach erfolgtem Übertritt des Zellkerns der Ooblastemzelle und der Verschmelzung beider Zellkerne) jener Fortsatz hervor, der zur Bildung des Sporencomplexes hinführt. — In anderen Fällen endlich *(Gloeosiphonia)* verschmelzen die beiden copulirenden Zellen vollständig, aus der Ooblastemzelle tritt nach und nach das gesammte Plasma sammt dem Zellkern bis auf die zurückbleibende äussere Hautschicht in die Auxiliarzelle hinüber (Fig. 11—12). Darauf grenzt sich die Auxiliarzelle als selbständige Zelle gegen die entleerte Ooblastemzelle ab und sprosst nun ihrerseits seitlich aus (Fig. 13). Diese Aussprossung aber wird als selbständige Zelle abgegliedert (Fig. 14) und giebt nun als Centralzelle einem einzelnen Sporencomplex den Ursprung (Fig. 15).

So erzeugt also im ersteren Falle die einzelne Gliederzelle des Ooblastemfadens (nach vorausgehender Copulation mit einer Auxiliarzelle) eine seitliche Astzelle, die zur Sporenbildung hinführt, ebenso wie bei

[1] Bei *Dudresnaya coccinea* Crouan wächst die Endzelle dieses Fortsatzes nicht (wie bei *Dud. purpurifera* J. Ag.) zu einem Sporencomplexe aus, sondern entwickelt sich zu einem langgliedrigen Zellfaden, der als Seitenast des Ooblastemfadens im umgebenden Gewebe sich ausbreitet. Neben diesem Fortsatze der früheren Ooblastemzelle aber treten noch (ein oder) zwei kurze Fortsätze aus derselben Zelle hervor (Fig. 21), welche sich der früheren Auxiliarzelle seitlich anlegen, dieselbe umwachsend zusammenschliessen und nun einen einzelnen, zuweilen undeutlich zweilappigen Sporencomplex erzeugen.

den zuvor besprochenen Gelidieen: nur dass diese Zelle hier nicht einer einzelnen Spore den Ursprung giebt, sondern (eben infolge jener Copulation mit der Auxiliarzelle) einem ganzen Complex von Sporen, der hier als Einzelfrucht, als einzelnes Cystocarp, individualisirt erscheint. Es wird hier die Ooblastemzelle durch die Copulation mit der Auxiliarzelle offenbar gekräftigt und zur Production zahlreicherer Sporenmutterzellen befähigt *(Polyides, Dudresnaya)*. — In dem letzteren Falle aber geht diese Zuhülfenahme der Auxiliarzelle in eine vollständige Verschmelzung und Vereinigung der Ooblastemzelle mit der Auxiliarzelle über, worauf dann die entstandene Copulationszelle in gleicher Weise sich weiter entwickelt, wie im ersteren Falle die von der Auxiliarzelle unterstützte Ooblastemzelle.

In beiden Fällen nämlich wird entweder eine seitliche Aussprossung als selbständige Zelle abgegliedert und beginnt nun ein sehr lebhaftes Wachsthum, oder seltener geht dieses lebhafte neue Wachsthum von jener Copulationszelle resp. der Ooblastemzelle selbst aus. Mehr oder minder zahlreiche Randzellen werden von dieser auswachsenden Zelle als der Centralzelle des Cystocarps abgetrennt und wachsen zu kurzgliederigen, reich verzweigten Zellfäden heran. Dadurch entsteht ein mehr oder minder reichlich ausgebildetes Fadenbüschel, dessen Fäden bald einzeln frei bleiben *(Peyssonelia, Cruoriopsis*[1]*)*, bald durch eine gemeinsame dichte und zähe Gallerthülle zu einem geschlossenen Zellkörper zusammengehalten werden *(Cruoria, Polyides, Dudresnaya, Dumontia, Gloeosiphonia, Calosiphonia)*. Die einzelnen Abschnitte dieses Fadenbüschels reifen bald gleichzeitig, bald ungleichzeitig heran: sämmtliche Fäden dieser Abschnitte aber bilden ihre oberen Zellen oder sogar fast sämmtliche einzelnen Zellen zu Sporen aus, die im letzteren Falle unmittelbar die Centralzelle, die allein steril bleibt,

---

[1] Für *Cruoriopsis* hatte ich früher (Sitzungsb. d. niederrh. Ges. für Nat. u. Heilkunde zu Bonn 1879. S. 377. Sitz. am 4. August) angegeben, dass nach der Copulation des »Befruchtungsschlauches« mit einer Zelle eines trichogynlosen »Procarps« die übrigen Zellen des letzteren direct zu Sporen werden. Ich muss jetzt diese Angabe dahin berichtigen, dass nach der Copulaiton der Ooblastemzelle mit einer Auxiliarzelle (jener Zelle des trichogynlosen »Procarps«) die erstere Zelle als Centralzelle des Cystocarps aussprosst und ein oder zwei kurze, ein- bis dreizellige Seitenäste hervortreten lässt. Diese Seitenäste richten sich den aufrechten Thallusfäden parallel, so zwar, dass von zwei Seitenästen regelmässig einer aufwärts, der andere abwärts wächst. Beide zusammen gewähren dann durchaus den Anschein eines trichogynlosen »Procarps«, mit dessen mittlerer Zelle der »Befruchtungsschlauch« copulirt hat, so wie ich früher die beobachteten Thatsachen deutete.

Nachdem ich durch die vergleichende Untersuchung zahlreicher Einzelformen den Schlüssel für die Vorgänge bei der Fruchtbildung der Florideen gefunden hatte, ward es verhältnissmässig leicht, die Entwickelung von *Cruoriopsis*, deren vollständige Aufklärung im Einzelnen mir seiner Zeit sehr viel Schwierigkeiten gemacht hatte, genauer zu ergründen und in der genannten Weise festzustellen.

umhüllen *(Dumontia)*, im ersteren Falle dagegen von dieser Centralzelle durch eine mehr oder minder reichliche Masse steriler Zellen, die sogenannte Placenta der Systematik, getrennt werden *(Gloeosiphonia, Dudresnaya)*.

So führt also hier die Copulation einer Ooblastemzelle mit einer Auxiliarzelle schliesslich zur Ausbildung eines Complexes von Sporen. der als selbständig individualisirter Zellkörper, bald von dem umgebenden Thallusgewebe aus mit einer besonderen Hülle umgeben, bald ohne eine solche Hülle, im Thallusgewebe eingeschlossen ist. Ein solcher Zellkörper zeigt ganz den Habitus einer einzelnen selbständigen Sporenfrucht und wird dementsprechend auch als einzelnes selbständiges Cystocarp betrachtet. Doch ist dem Gesagten zufolge die Entstehung eines solchen Cystocarps eine ganz andere als bei dem einzelnen Cystocarp der Helminthocladieen und Gelidieen. Bei diesen wächst die befruchtete Eizelle zu einer einzelnen Sporenfrucht (Cystocarp) aus wie bei den Moosen, im vorliegenden Falle aber wächst die Eizelle zu einem verzweigten Sprosssystem heran. das an seinen Zweigen zahlreiche einzelne Cystocarpe entwickelt, analog den zahlreichen Sporenfrüchten der verzweigten Farnpflanze.

Diese einzelnen Cystocarpe rücken bei den Squamarieen vielfach so nahe zusammen, dass sie kaum als selbständige Fruchtkörper gegen einander abgegrenzt werden können. So liegen bei *Cruoriopsis cruciata* Duf. zahlreiche Cystocarpien in Gestalt kurzer Sporenketten, die meist in der Mitte durch die sterile Centralzelle unterbrochen sind, nahe neben einander zwischen den aufrechten parallelen Thallusfäden. — Bei *Peyssonelia* bilden die einzelnen, einander genäherten Cystocarpe verzweigte Fadenbüschel, deren Äste zwischen die aufrechten parallelen Fäden der Nemathecien sich einordnen und zu einzelnen Sporenketten sich ausbilden. sodass auch hier bei beginnender Sporenreife zahlreiche. anscheinend isolirte Sporenketten nahe neben einander zwischen den aufrechten sterilen Fäden eingelagert sind. Diese Sporenketten erscheinen infolgedessen als die eigentlichen, selbständig individualisirten Fruchtkörper ebenso wie bei *Cruoriopsis*; und dementsprechend hat man dieselben auch ebenso wie bei *Cruoriopsis* als die eigentlichen Cystocarpien angesprochen und unter dem Namen der Cystidien als eine besondere Form von Cystocarpien unterschieden.

4. Corallineen.

Bei den Squamarieen stehen ferner vielfach *(Petrocelis, Cruoriopsis)* parallele Thallusfäden mit Carpogonästen und Auxiliarzellen in grösserer Anzahl nahe neben einander. Dies ist in noch weit reicherem Maasse

der Fall bei den Corallineen, die sich ja auch in anderer Beziehung den Squamarieen enge anschliessen.

Bei diesen Corallineen beginnt die Anlage der Frucht mit der Ausbildung einer geschlossenen Schicht gleich langer, paralleler Thallusfäden. Die vorletzte Zelle aller dieser Fäden schwillt stärker an und entwickelt meist (in charakteristischer Weise) ein oder mehrere einzellige Seitenästchen, die sich neben die Endzelle stellen. Ausserdem aber entwickeln sich bei einer mehr oder minder grossen Anzahl dieser parallelen Zellfäden an jener vorletzten Zelle zweizellige Seitenästchen, deren Endzelle zum Carpogonium sich ausbildet und ein langes Trichogyn hervorstreckt. Die vorletzten Zellen aller jener parallelen Zellfäden aber werden zu Auxiliarzellen.

Von den zahlreichen Carpogonästen, die in dieser Weise nahe neben einander angelegt werden, gelangt nun (was in gleicher Weise auch unter den Squamarieen, z. B. bei *Petrocelis Ruprechti* Hauck, zu beobachten ist) nur eine geringe Anzahl zur vollständigen Ausbildung und Befruchtungsreife, die Mehrzahl dagegen abortirt. Infolge der Befruchtung eines vollständig ausgebildeten Carpogoniums aber geht (so glaube ich wenigstens nach Analogie der übrigen Florideen annehmen zu dürfen[1]) die befruchtete Eizelle mit der nächsten Auxiliarzelle eine Copulation ein; die so gebildete Copulationszelle treibt dann mehrere Fortsätze, die sofort mit den nächst benachbarten Auxiliarzellen copuliren; und dieser Copulationsvorgang setzt sich dann seitwärts auf die folgenden Auxiliarzellen weiter fort, bis eine ziemlich ausgedehnte Schicht von Auxiliarzellen zu einer einzelnen grossen scheibenförmigen Copulationszelle verschmolzen ist. Am Rande dieser Scheibe treten dann mehrere Aussprossungen hervor, die durch eine Querwand abgegliedert werden und ebenso vielen einzelnen Sporencomplexen den Ursprung geben.

Im Einzelnen zeigt dieser Vorgang bei den verschiedenen Formen der Corallineen mancherlei eigenthümliche Abänderungen, im Allgemeinen aber läuft derselbe überall darauf hinaus, dass die Ooblastemfäden der befruchteten Eizelle nach einander mit mehreren, nahe bei einander gelegenen Auxiliarzellen in Copulation treten, bis erst nach

---

[1] Direct habe ich diesen Punkt in der Entwickelung der Corallineen-Früchte, die durch die geringe Grösse ihrer Zellen die genauere Untersuchung bekanntlich ausserordentlich erschweren, bisher noch nicht festzustellen vermocht.

Übrigens stellen sich nicht nur bei den Corallineen, sondern auch bei zahlreichen anderen Florideen mit kleinzelligem, fest geschlossenem Zellgewebe der genaueren Feststellung des Schicksals der befruchteten Eizelle ganz besondere Schwierigkeiten entgegen, welche diese Untersuchungen äusserst mühsam und zeitraubend machen und eine sichere Entscheidung sehr erschweren. Dadurch erklären sich auch die zahlreichen abweichenden Angaben der bisherigen Litteratur, die gerade über diesen Punkt wesentlich von der vorliegenden Darstellung differiren.

der letzten Copulation eine Aussprossung der Copulationszelle angelegt wird, die einen Complex von Sporen (hier gewöhnlich eine einzelne Kette von Sporen) ausbildet. Die nahe Vereinigung der sämmtlichen Thallusfäden, welche Auxiliarzellen und Carpogonäste tragen, aber hat zur Folge, dass die sämmtlichen Sporencomplexe, die infolge jener wiederholten Copulationen entstehen, nahe bei einander angelegt werden und eine zusammenhängende Gruppe bilden, welche sich als einheitliches Ganzes am Thallus abhebt und deshalb auch als ein einzelnes Cystocarp angesprochen wird. Seiner Entwickelung nach aber ist dieses einzelne Cystocarp wesentlich different von dem einzelnen Cystocarp der Helminthocladieen und Gelidieen und schliesst sich vielmehr zunächst der Gruppe isolirter Cystocarpe an, die bei den Cryptonemieen und Squamarieen aus den Ooblastemfäden eines einzelnen befruchteten Carpogoniums hervorgehen.

5. Ceramieen, Rhodomeleen, Sphaerococceen, Rhodymenieen und Gigartineen.

Unter den zuvor besprochenen Cryptonemieen zeigt *Gloeosiphonia* die Eigenthümlichkeit, dass ein einzelner kurzer Fadenast des Thallusgewebes seine vorletzte Zelle zur Auxiliarzelle ausbildet, während die unterste Gliederzelle dieses Astes seitlich einen kurzen dreizelligen Carpogonast ausbildet. Carpogonium und Auxiliarzelle werden somit hier paarweise und nahe bei einander angelegt[1], so dass es für die Ooblastemfäden des befruchteten Carpogoniums das einfachste ist, direct die zugehörige Auxiliarzelle aufzusuchen, um mit dieser sich zu verbinden. In der That pflegt denn auch bei *Gloeosiphonia* der einzige, wenig verzweigte Ooblastemfaden direct auf die zugehörige Auxiliarzelle hinzuwachsen und mit dieser zu copuliren, falls ihm nicht der Ooblastemfaden eines benachbarten, früher befruchteten Carpogoniums bereits zuvorgekommen ist.

Ein solches Verhalten aber muss natürlich noch sehr viel mehr erleichtert werden, wenn die Auxiliarzelle dem Carpogonium noch mehr genähert oder unmittelbar benachbart ist. Der Ooblastemfaden kann dann zu sehr geringer Länge reducirt werden oder ganz ausfallen, da die befruchtete Eizelle direct mit der anstossenden Auxiliarzelle in Verbindung zu treten vermag.

Dies ist nun thatsächlich der Fall bei einer sehr grossen Anzahl von Florideen, ja ich glaube behaupten zu dürfen, dass bei der Mehr-

[1] Solche Gruppen von Carpogonästen und Auxiliarzellen, die als selbständiges Ganzes am Thallus der Mutterpflanze sich abheben, seien im Folgenden als Fruchtanlagen oder Procarpe bezeichnet.

zahl aller Florideen (den artenreichen Familien der Ceramieen, Wrangelieen und Rhodomeleen, der Chylocladieen, Rhodymenieen und Sphaerococceen, endlich der Gigartineen) in dieser Weise die weitere Entwickelung der befruchteten Eizelle sich vollzieht.

Ein kurzer, vielfach drei- oder vierzelliger Carpogonast ist seitlich an einem Thallusfaden befestigt und ist dabei in solcher Weise gekrümmt, dass die Carpogoniumzelle der nahe benachbarten Auxiliarzelle unmittelbar anliegt oder dieselbe doch mittelst einer kurzen seitlichen Aussackung bequem zu erreichen vermag. Nicht selten auch wird die unmittelbare Berührung dieser beiden Zellen dadurch herbeigeführt, dass die Auxiliarzelle selbst eine seitliche Ausstülpung, einen Copulationsfortsatz, der Carpogoniumzelle entgegenstreckt und sich dieser dicht anlegt (Fig. 31, 35, 38). Im Übrigen aber kann die Stellung des Carpogonastes und der Auxiliarzelle im Thallusgewebe eine sehr wechselnde sein.

1. Am leichtesten zu beobachten sind diese Organe bei vielen Ceramieen und Wrangelieen.

So trägt z. B. bei *Pterothamnion Plumula* Näg. (Fig. 35) einer der begrenzten Seitenäste des Thallus an seiner Basalzelle seitlich inserirt einen vierzelligen kurzgliederigen Carpogonast, der sich mit seiner Spitze nach der Oberseite des Astes hinkrümmt, während auf der gegenüberliegenden Seite jener Basalzelle ein einzelliger Ast zur Auxiliarzelle sich ausbildet, die mit ihrer Spitze ebenfalls nach der Oberseite des ganzen Thallusastes sich krümmt und dadurch in unmittelbare Berührung mit der Carpogoniumzelle gelangt. In anderen Fällen trägt ein kürzerer oder längerer begrenzter Zellfaden nahe der Spitze an einer Gliederzelle einen kurzen (meist drei- oder vierzelligen) Carpogonast, während aus derselben Gliederzelle noch mehrere, ein- oder mehrzellige Seitenästchen hervortreten (Fig. 34). Bisweilen wird nun diese Gliederzelle selbst zur Auxiliarzelle (*Lejolisia mediterranea* Bornet nach Bornet); in anderen Fällen bildet eines der einzelligen Seitenästchen, die neben dem Carpogonaste aus der Gliederzelle hervortreten, seine Zelle zur Auxiliarzelle aus (*Ptilothamnion Pluma* Thur. und *Spondylothamnion multifidum* Näg. nach Bornet), oder beiderseits neben dem Carpogonaste entsteht aus dem einzelligen Seitenästchen eine Auxiliarzelle (*Spermothamnion*, einzelne Arten von *Callithamnion* (Fig. 34)). Bei zahlreichen Arten von *Callithamnion* ist der Zellfaden, der an einer Gliederzelle den Carpogonast und die beiden Auxiliarzellen trägt, nicht begrenzt, sondern wächst an der Spitze mehr oder minder lange Zeit unverändert weiter fort (*C. corymbosum* Lyngb. u. a.). Bei *Griffithsia* trägt die vorletzte Gliederzelle eines begrenzten, kleinzelligen Fadenastes seitlich zwei kurze zweizellige Ästchen, deren unter Zelle seitliche

einen vierzelligen Carpogonast entwickelt und dann selbst zur Auxiliarzelle sich ausbildet. Bei *Ceramium* dagegen entwickelt die Gliederzelle eines unbegrenzten Astes seitlich einen zweizelligen Ast, dessen untere Zelle zur ziemlich grossen Auxiliarzelle wird, aber seitlich nicht nur einen, sondern zwei vierzellige Carpogonäste ausbildet.

2. Complicirter und schwieriger erkennbar wird die Anordnung dieser Theile an den vielzelligen Sprossen der Rhodomeleen.

Bei *Polysiphonia* entwickelt bekanntlich die einzelne Gliederzelle zunächst einen Wirtel von Astzellen, die, seitlich dicht und fest zusammenschliessend, die centrale Zelle mit einer geschlossenen Rinde umgeben, welche unter fortgesetzter Theilung und Verzweigung ihrer Zellen sich je nach der Species mehr oder weniger verdickt. Die Carpogonien werden nun hier gewöhnlich an besonderen begrenzten Seitensprossen angelegt. An einer der oberen Gliederzellen eines solchen Sprosses wächst eine der »Randzellen« und zwar die zuletzt gebildete, unpaare Randzelle zum vier- oder fünfzelligen Carpogonaste aus. Ihre unterste Zelle wird zur Auxiliarzelle, die kleinzellige Spitze des Astes aber krümmt sich nach aufwärts so, dass die Carpogoniumzelle mit der unteren Ecke die Auxiliarzelle berührt (Fig. 36, 28); aus der Auxiliarzelle selbst aber sprosst in den einfachsten Fällen nach abwärts noch ein einzelliges steriles Seitenästchen hervor. Gleichzeitig haben die übrigen »Randzellen« jener Gliederzelle sich wiederholt getheilt und verzweigt und so einen kleinen Zellkörper hergestellt, der den Carpogonast sammt der Auxiliarzelle einschliesst und, da er als Ganzes sich deutlich am Thallus abhebt, zweckmässiger Weise als Procarp bezeichnet wird.

Bei anderen Arten von *Polysiphonia* und anderen Gattungen der Rhodomeleen erscheint dieses Procarp noch complicirter dadurch, dass aus der Auxiliarzelle neben dem endständigen Carpogonaste noch ein oder zwei Seitenästchen hervortreten, die sich zuweilen reichlicher verzweigen und einem vielzelligen Zellcomplex den Ursprung geben, der an den befruchtungsreifen Procarpen die Auxiliarzelle verdeckt und leicht (wie bisher allgemein geschehen ist) als »Gruppe carpogener Zellen« gedeutet werden kann (*Chondria tenuissima* Ag.). — Vielleicht mag auch bei einzelnen dieser Formen eine Mehrzahl von Auxiliarzellen in dem einzelnen Procarpe angelegt werden, doch habe ich bisher noch nirgends einen solchen Fall sicher zu constatiren vermocht.

3. Unter den Chylocladieen werden bei *Chylocladia kaliformis* Hook. die Carpogonäste gewöhnlich schon sehr frühzeitig, nahe der fortwachsenden Spitze, angelegt (Fig. 29). An einer der grossen Zellen, welche die Wand der röhrenförmigen Thallusglieder bilden, wird auf der Aussenseite ein vierzelliger Ast entwickelt, der in charakteristischer

Weise sich krümmt und seine Endzelle zum Carpogonium ausbildet (Fig. 30, 33). Über diese Carpogoniumzelle aber krümmen sich nun von beiden Seiten (seltener von einer Seite (Fig. 31)) her grössere Deckzellen, die von den beiden angrenzenden Zellen der Thalluswand abgeschnitten wurden, in solcher Weise herüber, dass sie mit dem vorgestreckten Rande, dem Copulationsfortsatze (Fig. 32), dem Carpogonium anliegen. Diese beiden Zellen stellen die Auxiliarzellen dar, von denen jedoch regelmässig nur eine einzige nach der Befruchtung des Carpogoniums zur Weiterentwickelung gelangt.

4. Als durchsichtigstes Beispiel für den Bau der weiblichen Sexualorgane bei Sphaerococceen sei hier die Gattung *Nitophyllum* angeführt. Bei den Arten dieser Gattung (z. B. *N. venulosum* Zan.) geht die Bildung der Sexualorgane von einer einzelnen Zelle des zunächst stets einschichtigen Thallus aus. Diese schneidet nach der Unterseite des flächenförmigen Thallus mehrere Astzellen ab, die sich in wechselnder Weise weiter verzweigen; nach oben aber bildet dieselbe regelmässig zwei Astzellen, von denen die eine einen kurzen, sterilen, mehrzelligen Ast entwickelt, die andere dagegen neben einer endständigen, bisweilen noch einmal getheilten Zelle einen drei- oder vierzelligen, kleinzelligen Ast ausbildet, dessen Endzelle zum Carpogonium wird. Dieser Ast krümmt sich von seiner Insertionsstelle aus in solcher Weise längs der Tragzelle hin, dass seine Endzelle noch dem entgegengesetzten Ende der Tragzelle anliegt, und streckt dann aus der Spitze dieser Endzelle das kurze Trichogyn durch einen Spalt zwischen den benachbarten Zellen nach aussen hervor. Diese Tragzelle aber wird zur Auxiliarzelle.

5. Unter den Rhodymenieen wird z. B. bei *Plocamium coccineum* Lyngb. an einer der grösseren Zellen innerhalb der local anschwellenden kleinzelligen äusseren Rindenschicht (Fig. 37) nachträglich ein kurzer dreizelliger Seitenast angelegt, dessen Endzelle zum Carpogonium wird. Dieser kurze Ast krümmt sich längs der gleichzeitig anschwellenden Tragzelle und streckt dann aus der Spitze der Endzelle durch das auflagernde Zellgewebe hindurch das Trichogyn nach aussen hervor. Jene Mutterzelle des Carpogonastes aber entwickelt an ihrem oberen Ende eine seitliche Ausstülpung, einen Copulationsfortsatz, bis zur Berührung mit der Carpogoniumzelle und bildet sich ihrerseits zur Auxiliarzelle aus (Fig. 38).

6. Von Gigartineen endlich zeigen *Gigartina Teedii* Lmx. und *Chondrus crispus* Stackh. übereinstimmend innerhalb der kleinzelligen äussersten Rindenschicht des Thallus an einzelnen Zellen der vegetativen Zellfäden kleine dreizellige secundäre Seitenästchen angelegt, die sich in charakteristischer Weise krümmen, sodass ihre Endzelle mit einer

Ecke noch der gleichzeitig stark heranwachsenden Tragzelle sehr nahe angrenzt. Diese Endzelle wird zum Carpogonium, dessen Trichogyn in wechselnder Weise an seiner Basis stark anschwillt[1], bevor es als dünner Haarfortsatz durch das kleinzellige Rindengewebe hindurch nach aussen sich vorstreckt; die Tragzelle des ganzen Carpogonastes aber wird zur Auxiliarzelle. —

Wie verschieden nun auch in allen diesen Einzelfällen die Anordnung der Carpogonien und Auxiliarzellen sein mag, so stimmen die betreffenden Formen doch sämmtlich in der Art und Weise der Weiterentwickelung dieser Organe nach erfolgter Befruchtung des Carpogoniums überein.

Zunächst grenzt sich allgemein der Bauchtheil des Carpogoniums als Eizelle ab. Im nächsten Entwickelungsstadium erscheint dann diese Eizelle bis auf geringe Reste des Plasmas entleert (nur selten z. B. bei *Callithamnion Plumula* Naeg. fand ich reichlichere Plasmamassen in der Eizelle erhalten), die dicht anliegende Auxiliarzelle aber erscheint nun sehr inhaltsreich und beginnt sofort ein neues lebhaftes Wachsthum.

Dass hierbei das Plasma (nebst Zellkern) der befruchteten Eizelle (oder wenigstens ein Theil dieses Plasmas nebst Zellkern) in die Auxiliarzelle hinüberwandert, kann wohl nicht zweifelhaft sein, da die Eizelle sich deutlich zu einem mehr oder minder grossen Theile entleert: allein die Art und Weise dieses Hinüberwanderns im Einzelnen habe ich bisher noch nicht genauer festzustellen vermocht.

Bei *Gloeosiphonia* findet zwischen der Ooblastemzelle und der Auxiliarzelle offene Copulation statt; nach dem Hinüberwandern des Plasmas der ersteren Zelle aber schliesst die letztere Zelle die Copulationsöffnung durch Neubildung eines Membranstückes vollständig ab, sodass nachträglich von der erfolgten Copulation kaum eine Spur zu erkennen ist (Fig. 12). Wenn nun in diesem Falle das Plasma der Ooblastemzelle sehr schnell in die Auxiliarzelle hinüberwanderte, so würde es durchaus vom Zufall abhängen, ob es einmal gelingt, die beiden Zellen während der Copulation zu fixiren und so diese selbst zur Anschauung zu bringen; bei dem langsameren Verlaufe aber, den thatsächlich dieser Vorgang zeigt, ist es nicht allzu schwierig, an fixirtem Material solche Copulationsstadien aufzufinden.

Bei den hier vorliegenden Formen glaube ich nun annehmen zu sollen, dass der Vorgang der Copulation ganz in derselben Weise wie bei *Gloeo-*

[1] Derartige Anschwellungen der Basis des Trichogyns oberhalb des Trichogynhalses sind übrigens auch bei anderen Florideen mit dicht geschlossenem Zellgewebe sehr vielfach verbreitet (vergl. Fig. 33 u. 38).

siphonia sich vollzieht, dass er jedoch wesentlich rascher als dort verläuft. sodass die directe Beobachtung der Copulationsstadien ganz dem Zufall anheimgegeben ist. Dieser Zufall aber ist mir bisher trotz allen Suchens bei den vorliegenden (auch sonst ziemlich schwierig zu untersuchenden) Formen noch nicht günstig gewesen. Doch möchte ich gleichwohl an dem Stattfinden einer wirklichen Copulation jener beiden Zellen bis jetzt noch nicht zweifeln.

Allerdings wäre ja auch ein Hinüberwandern des Plasmas (nebst Zellkern) der Eizelle in die Auxiliarzelle ohne vollständige Copulation beider Zellen (analog wie bei der Befruchtung der Phanerogamen[1]. mancher Peronosporeen *(Phytophthora, Peronospora*[2]*)*, Erysipheen u. a.) durch die trennenden Membranen[3], resp. feine Poren (nicht Micellar-Interstitien) dieser Membranen hindurch sehr wohl möglich. Allein die Analogie der naheverwandten Florideen-Gattungen, die deutlich eine vollständige Copulation jener beiden Zellen aufweisen. erscheint mir doch bisher noch allzu schwerwiegend, um mich für diese letztere Annahme zu entscheiden, so lange nicht an einem leicht zugänglichen Objecte das Nichtstattfinden einer Copulation sicher nachgewiesen ist[4]. —

Nach diesem Hinüberwandern des Plasmas (resp. des Zellkerns) der befruchteten Eizelle in die Auxiliarzelle hinein beginnt diese letztere ein sehr lebhaftes neues Wachsthum. das zur Ausbildung eines Fruchtkörpers hinführt. Dieses Auswachsen aber erfolgt in den einzelnen genannten Gruppen in recht verschiedenartiger Weise, die den sehr verschiedenartigen Bau und Habitus der einzelnen Fruchtformen zur Folge hat[5].

[1] Strasburger. Befruchtung und Zelltheilung. S. 58; Bau u. Wachsthum der Zellhäute S. 247; Sitzungsb. d. niederrh. Ges. für Nat. u. Heilkunde zu Bonn. Sitz. am 4. Decbr. 1882.

[2] de Bary, Beiträge zur Morph. u. Phys. d. Pilze. 4. Reihe. S. 72—73.

[3] Vgl. auch Pringsheim's Beschreibung des Hindurchwanderns amöboider Plasmamassen durch die Membran des Antheridiumschlauches von *Achlya colorata* (Sitzungsb. d. Kgl. Akad. d. Wissenseh. zu Berlin 1882. S. 870).

[4] Die Thatsache, dass ich selbst wiederholt längere Zeit hindurch mich vergebens bemüht habe, bei den ziemlich leicht zugänglichen Arten von *Callithamnion, Spermothamnion* und *Griffithsia* eine solche Copulation nachzuweisen, spricht allerdings sehr dafür, dass hier eine Copulation der beiden fraglichen Zellen in der That nicht stattfinde.

[5] Auf die weitere Ausbildung des Cystocarps der verschiedenen Florideen-Gattungen im Einzelnen näher einzugehen, würde hier viel zu weit führen. Doch bedarf eine dieser Fruchtformen noch einer besonderen Erwähnung, da für dieselbe eine parthenogenetische Entstehung behauptet worden ist.

Während nämlich bei der Mehrzahl der Arten von *Callithamnion* der Sporencomplex, zu welchem die einzelne Auxiliarzelle auswächst, ein dicht und fest zusammengeschlossenes Fadenbüschel, einen geschlossenen Zellkörper (Favelle), darstellt, bildet dieser Sporencomplex bei *Callithamnion versicolor* Draparnauld (nach Bornet [Etudes

Sehr verbreitet zeigt sich dabei die Erscheinung, dass die heranwachsende Auxiliarzelle zunächst eine ziemlich grosse Ausstülpung einseitig vorstreckt und darauf als selbständige Zelle abgrenzt. Aus dieser Zelle als Centralzelle des ganzen Fruchtkörpers sprossen dann zahlreiche Seitenäste hervor, die sich mehr oder minder reichlich verzweigen und schliesslich aus einzelnen oder zahlreichen Zellen ihres ganzen Verzweigungssystemes einzelne nackte Carposporen erzeugen. Die Mutterzelle dieser Centralzelle aber, die frühere Auxiliarzelle, bleibt bald ungetheilt, bald entwickelt sie nur wenige kurze Seitenäste, die sich seitlich ausbreiten und die heranreifende Sporenfrucht an dem Thalluszweige befestigen (*Callithamnion corymbosum* Lyngb. u. a.), bald verzweigt sie sich reichlicher und bildet aus ihren verzweigten Seitenästen in Verbindung mit dem angrenzenden Thallusgewebe eine sehr verschieden gestaltete Hülle um das heranwachsende Sporenbüschel her.

Zuweilen allerdings schlägt die Auxiliarzelle auch eine ganz abweichende Entwicklungsweise ein, wie z. B. bei *Chondria tenuissima* Ag.

---

phycologiques p. 70 Anm. 4] identisch mit *C. seirospermum* Harv. [= *Seirospora Griffithsiana* Harv.], *C. stipitatum* Naeg. und *C. hormocarpum* Holmes) ein locker verzweigtes Fadenbüschel, ganz ähnlich den Seirosporenbüscheln, die bei dieser Species durch Metamorphose der Zweigspitzen entstehen. Diese »seirosporenartigen Favellen« sollen nun nach FALKENBERG (Meeresalgen des Golfes von Neapel [Mitth. der zool. Station zu Neapel I. S. 253 ff.]) durch parthenogenetisches Auswachsen der Auxiliarzellen entstehen, indem die Carpogonien frühzeitig abortiren oder überhaupt gar nicht ausgebildet werden, die zugehörigen Auxiliarzellen aber gleichwohl sich weiter entwickeln. Nach meinen Beobachtungen kann ich jedoch dieser Deutung der Thatsachen nicht zustimmen. Allerdings finden sich bei *C. versicolor* Drap. (ebenso wie bei manchen anderen Florideen) häufig abortirte Carpogonien, deren zugehörige Auxiliarzellen erhalten bleiben. Diese Auxiliarzellen aber wachsen nicht zu parthenogenetischen Sporenfrüchten aus, sondern werden einfach zu kleinen sterilen Thalluszellen in derselben Weise wie bei anderen *Callithamnion*-Arten; jene »seirosporenartigen Favellen« aber gehen aus Auxiliarzellen hervor, deren zugehöriger Carpogonast ein normales Carpogonium mit wohl ausgebildetem Trichogyn entwickelt. — Offenbar waren solche Carpogonien an den Exemplaren der Pflanzen, die FALKENBERG untersucht hat, zufällig nicht mehr erhalten.

Übrigens führt FALKENBERG a. a. O. die vorliegende Pflanze nicht als *C. versicolor* Drap. auf, sondern als *C. corymbosum* J. Ag. var.? *seirospermum*, und BERTHOLD (Vertheilung der Algen im Golf von Neapel [Mitth. d. zool. Stat. III. S. 515]) hat dieselbe Pflanze jüngst geradezu mit *C. corymbosum* Lyngb. (J. Ag. Sp. Alg. III. 40) vereinigt. Von dieser letzteren, im Habitus allerdings sehr ähnlichen Art, der Seirosporen vollständig fehlen (die übrigens neben *C. versicolor* Drap. im Golf von Neapel ebenfalls vorkommt), unterscheidet sich jedoch *C. versicolor* Drap. nicht nur durch die Gestalt der Cystocarpe und der Antheridien (worauf schon BORNET a. a. O. aufmerksam macht), sondern auch durch den Bau der einzelnen Thalluszelle: bei *C. versicolor* Drap. sind die sterilen Thalluszellen stets einkernig, bei *C. corymbosum* Lyngb. dagegen (mit Ausnahme der jüngsten Zellen) stets mehrkernig (vgl. meine Angaben in den Sitzungsb. d. niederrh. Ges. für Nat. u. Heilkunde zu Bonn. Sitzung am 7. Juni 1880 S. 125. [S. 4 des Sep. Abdr.]).

Für andere Florideen ist bisher, so viel ich weiss, eine parthenogenetische, resp. apogamische Entstehung der Sporenfrüchte noch nirgends beschrieben worden.

Bei dieser Species nämlich trägt die Auxiliarzelle zur Zeit der Befruchtungsreife neben dem endständigen Carpogonaste zwei sehr reichlich verzweigte Seitenästchen, welche zu einem länglichen Zellcomplex, der den Carpogonast etwas zur Seite drängt, dicht und fest zusammenschliessen. Nach der Befruchtung nimmt dann die Auxiliarzelle an Grösse zu und entwickelt sich unter Copulation mit den nächst angrenzenden Zellen jenes Zellcomplexes zu einer grossen, verzweigten, vielkernigen Zelle, welche auf ihrer Aussenseite zahlreiche, zwei- bis dreizellige, sterile Zellfäden, die letzten Auszweigungen der Zellfäden jenes Zellcomplexes, angeheftet trägt. Dann sprossen am oberen freien Ende dieser Copulationszelle, das hier (so weit ich erkennen konnte) nicht als selbständige Centralzelle abgegliedert wird, successive mehrere Seitenäste hervor, die, sich reichlich verzweigend, ein kurzes gedrungenes Büschel sporenbildender Fäden herstellen. — Ich zweifle nicht, dass ähnliche Vorgänge auch noch bei anderen Rhodomeleen zu beobachten sein werden.

Einer besonderen Erwähnung bedürfen endlich noch die Gigartineen (*Gigartina, Chondrus*). Bei diesen Formen nämlich gestaltet sich die einzelne Auxiliarzelle selbst zur Centralzelle der Sporenfrucht. Aus ihrer ganzen Oberfläche sprossen nach allen Seiten Zellfäden wie die Strahlen eines Sternes hervor und breiten sich, reichlich sich verzweigend, im umgebenden Thallusgewebe aus[1]. Bei *Gigartina* entwickeln diese verzweigten Fäden schliesslich aus den einzelnen Fadenzellen einzelne nackte Carposporen. Bei *Chondrus* dagegen gehen zahlreiche Zellen dieser Fäden mit einzelnen benachbarten Zellen des sterilen Thallusgewebes unter Bildung eines Tüpfels eine nähere Verbindung ein, und darauf entstehen aus einzelnen Zellen dieser Fäden durch wiederholte Theilung Complexe von je 4 Zellen, die ihrerseits je einer nackten Carpospore den Ursprung geben. — Es wiederholt sich somit hier innerhalb der so natürlichen Gruppe der Gigartineen dieselbe Erscheinung, die zuvor für den Formenkreis der Gelidieen und Cryptonemieen beschrieben ward, die Erscheinung nämlich, dass

[1] Somit erscheinen die Sprossungen der Auxiliarzelle in dem vorliegenden Formenkreise der Ceramieen, Rhodomeleen, Sphaerococceen, Rhodymenieen, Gigartineen und V. durchaus analog den Sprossungen der befruchteten Carpogoniumzelle, die im Vorstehenden als Ooblasteme bezeichnet worden sind. Es dürfte daher zweckmässig sein, dieselben als secundäre Ooblasteme oder Meta-Ooblasteme jenen primären Ooblastemen gegenüberzustellen.

Dies erscheint besonders dann angezeigt, wenn man, wie ich in der That für geboten erachte (vgl. unten S. 244 ff.), die Einwirkung der befruchteten Carpogoniumzelle (resp. bei *Gloeosiphonia* und anderen ähnlichen Arten der Ooblastemzelle) auf die Auxiliarzelle als einen zweiten Befruchtungsact ansieht, die befruchtete Auxiliarzelle also ebenfalls als eine befruchtete Eizelle deutet.

bei einzelnen Formen die verzweigten Ooblastemfäden aus ihren Zellen direct einzelne Sporen erzeugen, bei anderen dagegen diese einzelnen Zellen mit den Zellen des umgebenden sterilen Thallusgewebes in Verbindung treten und dadurch die Bildung mehrzelliger Complexe von Sporen herbeigeführt wird[1]. —

V.

Durch die vorstehende Schilderung sind nun noch keineswegs sämmtliche Modificationen, welche der Vorgang der Befruchtung und Fruchtbildung bei den Florideen aufweist, zur Darstellung gekommen. Darauf weist mich schon die Thatsache hin, dass ich bisher fast bei jeder neuen Gattung, die ich untersuchte, neue Modificationen der früher beobachteten Vorgänge auffand. Es weisen darauf auch bereits die Angaben Bornet's über *Spyridia, Callymenia, Crouania* und andere, die ich selbst noch nicht habe untersuchen können, genugsam hin. Allein die wichtigsten Modificationen dieses Vorganges dürften doch wohl im Vorstehenden bei den beschriebenen Gattungen, die den verschiedensten Familien der Florideen angehören, zur Darstellung gelangt sein.

Aus dieser Darstellung aber ergiebt sich, dass überall bei der Befruchtung der Florideen ein materieller Zusammenhang stattfindet zwischen der männlichen Zelle, dem Spermatium, und derjenigen Zelle, welche zum sporenbildenden Gewebe des Cystocarps (dem »Nucleus« der Systematik) auswächst. Eine befruchtende Einwirkung der Vereinigung von Spermatium und Carpogonium auf eine dritte, entfernte Zelle, ist nirgends zu beobachten[2].

[1] Für den dritten Fall, dass die Zellen der Ooblastemfäden mit einzelnen Thalluszellen copuliren und darauf diese Thalluszellen zu mehrzelligen Sporencomplexen auswachsen, habe ich bis jetzt unter den Gigartineen noch kein Analogon aufgefunden.

[2] Bekanntlich ist in der Litteratur schon wiederholt hingewiesen worden auf die grosse Übereinstimmung in der Entwickelung der Frucht bei Ascomyceten und Florideen. Diese Übereinstimmung erscheint besonders gross, seit es Stahl gelungen ist, bei den Collemaceen die Entwickelung des Apotheciums auf ein »Procarp«, dessen Trichogyn durch Spermatien befruchtet wird, zurückzuführen. Durch die vorliegenden Untersuchungen über die Fruchtbildung der Florideen hat sich nun ergeben, dass bei den Florideen zwischen den beiden Sexualzellen, welche den Befruchtungsact eingehen, und derjenigen Zelle, welche infolgedessen zur Sporenfrucht auswächst, stets ein materieller Zusammenhang stattfindet. Da erhebt sich nun die Frage, ob nicht analoge Verhältnisse auch bei den Collemaceen und anderen ähnlichen Ascomyceten (und Aecidiomyceten?) obwalten, ob nicht auch hier die befruchtete »Trichogynzelle« zu einem Ooblastemfaden auswächst und alsdann eine der Ooblastemzellen mit einer oder mehreren, einander benachbarten Auxiliarzellen in Verbindung tritt zur Ausbildung des Fadenbüschels der »ascogenen Hyphen«. Mancherlei Momente scheinen mir für diese Vermuthung zu sprechen, namentlich die grosse morphologische Übereinstimmung,

Das Gesammtergebniss der obigen Darstellung aber lässt sich kurz folgendermaassen zusammenfassen: Bei sämmtlichen Florideen vereinigt sich eine einzelne männliche Zelle, Spermatium, unter offener Copulation mit der Trichogynspitze der weiblichen Zelle, des Carpogoniums; der Zellkern des Spermatiums tritt in das Carpogonium über und vereinigt sich (anscheinend) mit dem Zellkern des Carpogoniums. Dann trennt sich der Bauchtheil des Carpogoniums als befruchtete Eizelle von dem Trichogyn ab. Die befruchtete Eizelle aber entwickelt sich nun in sehr verschiedener Weise weiter. Entweder wächst sie direct zu einem Büschel verzweigter Ooblastemfäden aus, die aus ihren Zellen schliesslich direct die Carposporen erzeugen; oder diese Fäden treten mit benachbarten Zellen des sterilen Thallusgewebes zu reichlicherer Ernährung in Verbindung und erzeugen dann aus ihren Zellen die Sporen; oder die einzelnen Zellen dieser Fäden treten in Copulation mit inhaltsreichen Zellen des Thallusgewebes und erzeugen darauf vielzellige Complexe von Sporen; oder es entleeren die Zellen dieser Ooblastemfäden ihren gesammten Plasma-Inhalt oder einen Theil desselben unter offener Copulation in analoge Auxiliarzellen hinein, und diese erzeugen dann vielzellige Complexe von Sporen; oder endlich die befruchtete Eizelle selbst entleert direct ohne Bildung von verzweigten Ooblastemfäden ihren gesammten Inhalt oder einen Theil desselben in die unmittelbar angrenzende Auxiliarzelle hinein und veranlasst dadurch diese zur Erzeugung vielzelliger Complexe von Sporen oder verzweigter sporenbildender Fäden.

Dabei erscheint dieser letztere Modus im Wesentlichen beschränkt auf Florideen mit sehr dichtem und festgeschlossenem Zellgewebe (Gigartineen, Rhodymenieen, Sphaerococceen, Rhodomeleen); die Ausbildung weithin kriechender Ooblastemfäden aber ist hauptsächlich den Cryptonemieen, Gelidieen und Squamarieen eigen, bei denen entweder der gesammte Thallus oder doch der fructificirende Theil des-

---

welche in so zahlreichen Punkten zwischen Florideen und Ascomyceten vorhanden ist. Allein aus den Ergebnissen der bisherigen Untersuchungen (von Stahl, Borzi und Fisch) lässt sich zur Entscheidung dieser Frage noch nichts sicheres entnehmen, da diese Untersuchungen von ganz anderen Gesichtspunkten ausgingen und desshalb auf die Punkte, die hier wesentlich in Betracht kommen, nicht ausführlich genug eingegangen sind. Meine eigenen Beobachtungen über die Entwickelung der Collemaceen aber sind bisher noch nicht ausführlich und vollständig genug gewesen, um in dieser Frage eine Entscheidung zu ermöglichen.

Weitere Untersuchungen werden zu entscheiden haben, ob in der That (wie es scheint) bei der Fruchtbildung der Ascomyceten (und Aecidiomyceten?) ganz analoge Vorgänge wie bei der Fruchtbildung der Florideen stattfinden, oder ob in diesen Thallophyten-Gruppen bei äusserer Ähnlichkeit die Vorgänge doch im Einzelnen wesentliche Verschiedenheiten obwalten.

selben ein gallertig weiches oder lockeres Zellgewebe aufweist. Direct zu einfachen Büscheln sporenbildender Fäden aber wächst die befruchtete Eizelle im Allgemeinen bei solchen Formen heran, deren monöcische Individuen zahlreiche Carpogonien und Spermatien nahe neben einander ausbilden und durch die Menge dieser Spermatien die Befruchtung zahlreicher Carpogonien sicher stellen, sodass es nicht wie in den vorgenannten Fällen nothwendig ist, die nur vereinzelt erfolgenden Befruchtungen der Carpogonien möglichst vielseitig auszunutzen und zu verwerthen. —

In allen diesen verschiedenartigen Fällen aber kommt es schliesslich zur Bildung eines sporenbildenden Gewebekörpers von sehr wechselnder Grösse und Gestalt. Dieser sitzt zuweilen dem Thallus der Mutterpflanze aussen auf oder ist ohne besondere Umhüllung dem Thallusgewebe eingelagert; meist aber ist dieser Gewebekörper als Fruchtkern (»Nucleus«) von einer sehr verschieden gestalteten Hülle, Pericarpium oder Involucrum genannt, umgeben. Beiderlei Gestalten werden von der beschreibenden Algenkunde gleichmässig als Cystocarpien bezeichnet, doch sind solche Cystocarpien, wie aus der vorhergehenden Darstellung sich ergiebt, bei den verschiedenen Gruppen der Florideen sehr verschiedenen Ursprungs, so dass z. B. die Cystocarpien von *Nemalion*, *Naccaria*, *Dudresnaya*, *Gloeosiphonia*, *Chylocladia*, *Nitophyllum*, *Peyssonelia*, *Corallina*, *Chondrus* ihrer Entstehung nach durchaus nicht gleichwerthig sind. Der Umstand jedoch, dass in allen diesen Fällen die bald nackte, bald umwandete sporenbildende Gewebemasse als selbständiger Fruchtkörper am Thallus der Mutterpflanze sich abhebt, rechtfertigt wohl zur Genüge die gleichmässige Bezeichnung aller dieser verschiedenartigen Fruchtformen. —

Vergleicht man nun die verschiedenen Einzelvorgänge der Fruchtbildung unter einander, so zeigt sich, dass in den einfachsten Fällen die Ooblastemzellen direct und unmittelbar die Carposporen erzeugen. In anderen Fällen gehen diese Ooblastemfäden zuvor zum Zweck einer leichteren und reichlicheren Ernährung eine Verbindung mit den Zellen des sterilen Thallusgewebes ein. Auf einem folgenden Stadium reicherer Differenzirung sind besondere Thalluszellen, die Auxiliarzellen, für diesen Zweck bereits vorher vorbereitet und reichlich mit Inhalt ausgerüstet, die Ooblastemzellen aber gehen mit diesen eine immer engere Verbindung ein, die bis zu vollständiger Copulation fortschreiten kann. Schliesslich vereinigt sich die Ooblastemzelle vollständig mit der Auxiliarzelle zu einer einzelnen Zelle, die nun ihrerseits die Aufgabe der Ooblastemzelle aufnimmt und zur Ausführung bringt; und zuletzt kommt es gar nicht mehr zur Ausbildung mehrzelliger Ooblastemfäden, sondern die Eizelle selbst (resp. ein Theil derselben) vereinigt

sich mit der Auxiliarzelle. So entsteht als Fortbildung eines einfachen Ernährungsvorganges schliesslich ein Vorgang, der in seinem ganzen Verlaufe mit denjenigen Vorgängen, die man als geschlechtliche Befruchtungsvorgänge bezeichnet, vollständig übereinstimmt.

Beschränkt man, um ganz sicher zu gehen, die Erörterung ausschliesslich auf die verhältnissmässig leicht zu constatirenden Vorgänge der Fruchtbildung von *Gloeosiphonia*, so weist hier die Vereinigung von Ooblastemzelle und Auxiliarzelle alle Merkmale einer geschlechtlichen Befruchtung auf. Die Copulation beider Zellen und der Übertritt des Plasmas der Ooblastemzelle vollzieht sich genau in derselben Weise wie bei anerkannten Befruchtungsvorgängen, z. B. bei der Befruchtung von *Pythium*[1] und *Ancylistes*[2]; ja es lässt sich sogar constatiren, dass auch der Zellkern der Ooblastemzelle mit dem Zellkern der Auxiliarzelle sich vereinigt, da schliesslich nach der Entleerung der Ooblastemzelle in der Auxiliarzelle nur ein einzelner Zellkern vorhanden ist. Die Folge dieser Vereinigung beider Zellen aber ist ein neues, sehr lebhaftes, von dem bisherigen ganz abweichendes Wachsthum der Auxiliarzelle, ein Wachsthum, das niemals ohne eine Vereinigung der Auxiliarzelle mit der Ooblastemzelle eintritt. Damit sind denn doch alle Bedingungen[3] erfüllt. die man an einen Vorgang, der als sexueller Befruchtungsvorgang angesprochen werden soll, stellen kann; und sicher würde auch Niemand Bedenken tragen, diesen Vorgang bei *Gloeosiphonia* als Sexualact zu deuten, — wenn nicht bereits im Entwickelungskreise dieser Species ein anderer Vorgang vorläge, der als sexueller Befruchtungsvorgang angesprochen werden muss. Einen zweimaligen Befruchtungsact im Entwickelungskreis einer einzelnen Species anzunehmen, dagegen sträubt sich jedoch zur Zeit die botanische Anschauung vollständig, das widerspricht aller Tradition[4].

Allein zwingenden Thatsachen muss ja doch stets die Tradition weichen. Thatsächlich aber liegen die Verhältnisse so, dass dem

---

[1] de Bary, Beitr. zur Morph. u. Physiol. der Pilze. 4. Reihe.

[2] Pfitzer im Monatsber. d. Kgl. Akad. d. Wiss. zu Berlin. 1872. S. 393—394.

[3] Wenn man absieht von allen ungreifbaren, geheimnissvollen, metaphysischen Qualitäten der Sexualität, so bleiben als gemeinsame Merkmale aller pflanzlichen Vorgänge, die übereinstimmend bisher als sexuelle anerkannt worden sind, nur die folgenden übrig: Vereinigung zweier (gleichgestalteter oder different ausgebildeter) Zellen unter Verschmelzung der Zellkerne und neue, eigenartige Wachsthumsweise der Copulationszelle, die ohne jene Copulation nicht eintritt. Im Übrigen weisen die allgemein anerkannten Befruchtungsvorgänge (von den umstrittenen ganz zu schweigen) die mannigfaltigsten Verschiedenheiten auf.

[4] Allerdings hat bereits Pringsheim (Jahrb. f. wiss. Bot. XI. S. 18 ff.) bei der Befruchtung der Thallophyten (speciell auch der Florideen) zwei gesonderte Acte, die er als Copulation und Connubium bezeichnet, unterschieden. Allein diese Unterscheidung zerlegt einfach nur den einzelnen Sexualact in zwei Schritte, während es sich im vorliegenden Falle geradezu um zwei gesonderte Sexualacte handelt.

genannten Vorgange bei *Gloeosiphonia* in der That alle Merkmale eigen sind, die sonst für einen Sexualact erforderlich erachtet werden. Da bleibt nichts anderes übrig, als entweder in die Begriffsdefinition eines Sexualactes das Merkmal aufzunehmen, dass derselbe nur ein einziges Mal im Entwickelungskreis einer Species vorkommen darf, und dass von zwei Vorgängen, welche beide die sonstigen erforderlichen Merkmale eines Befruchtungsactes besitzen, doch nur einer als Sexualact gelten soll, — oder anzuerkennen, dass im Entwickelungskreis von *Gloeosiphonia* (und aller analogen Florideen) zweimal ein Sexualact eingeschaltet ist, indem der Befruchtung des Carpogoniums eine Befruchtung der Auxiliarzelle nachfolgt[1]. —

Muss aber diese Verschmelzung von Ooblastemzelle und Auxiliarzelle als Sexualact anerkannt werden, so fällt dadurch ein sehr eigenartiges Licht auf die Sexualität im Allgemeinen. Denn hier bei den Florideen zeigt der Vergleich der verschiedenen Gattungen deutlich, dass der Vorgang, der bei *Gloeosiphonia* alle Merkmale eines Sexualactes aufweist, auf einen einfachen Ernährungsact, wie er bei verschiedenen nahe verwandten Florideen deutlich beobachtet wird, zurückzuführen ist und offenbar auch aus einem solchen einfachen Ernährungsact hervorgegangen ist. Dadurch knüpft dann die geschlechtliche Befruchtung an die einfache vegetative Ernährung einer Zelle durch eine andere[2] an und erscheint einfach als eine eigenartige Weiterbildung dieses im Pflanzenleben so sehr verbreiteten Processes, während sonst die geschlechtliche Befruchtung unter den Vorgängen des organischen Lebens ziemlich unvermittelt dasteht. —

Mag man jedoch diesen zweiten Copulationsact von *Gloeosiphonia* und anderen Florideen als Geschlechtsact anerkennen oder nicht, jedenfalls hat sich dieser Vorgang erst innerhalb der Gruppe selbst heraus-

[1] Aus der vorhergehenden Darstellung ergiebt sich zugleich, dass der thatsächliche Verlauf des zweiten Befruchtungsvorgangs in verschiedenen Fällen ein etwas verschiedener ist. In einzelnen Fällen *(Gloeosiphonia)* erscheint dieser Vorgang in Form einer vollständigen Vereinigung zweier Zellen; in anderen Fällen (Ceramieen etc.) scheint fast, wie schon oben hervorgehoben ward, an Stelle einer solchen offenen Copulation das Plasma (resp. der Zellkern) der einen Zelle durch die trennende Membran hindurch in die andere Zelle hinüberzuwandern. Es würde in diesem Falle der Befruchtungsvorgang ganz ähnliche Differenzen, wie sie jüngst de Bary für die Befruchtung der Peronosporeen *(Pythium, Phytophthora, Peronospora)* nachgewiesen hat (de Bary, Beitr. zur Morph. u. Phys. der Pilze, 4. Reihe), aufweisen.

[2] Dass ich damit keineswegs behaupten will, die Befruchtung einer (weiblichen) Zelle durch eine andere (männliche) Zelle laufe einfach auf die Zufuhr neuen Nahrungsmaterials hinaus (wie früher wohl behauptet worden ist), bedarf wohl keiner ausdrücklichen Erklärung. Die männliche Zelle ist in allen Fällen, ebenso wie die weibliche Zelle, ein geformter lebendiger Zellkörper, nicht ein »Klümpchen« leblosen Nahrungsmateriales.

gebildet[1], bei den einfachsten Formen fehlt er noch vollständig. Bei diesen (*Nemalion* u. a.) verläuft der Entwickelungsgang der einzelnen Species in der Weise, dass aus der keimenden Carpospore die vegetative Pflanze hervorgeht, welche Sexualzellen ausbildet, worauf dann die befruchtete weibliche Zelle an der Mutterpflanze selbst zu einer Sporenfrucht heranwächst, welche durch die Ausbildung von Carposporen wieder zum Anfangspunkt des ganzen Entwickelungskreises zurückführt. Das ist ganz derselbe Verlauf, welchen der Entwickelungsgang der Lebermoose und Laubmoose aufweist, dieselbe Reihenfolge abwechselnder Generationen wie dort. So wird es leicht, im Entwickelungsgange dieser einfachsten Florideen den Generationswechsel der Archegoniaten wiederzuerkennen, den man sich bekanntlich gewöhnt hat, als den typischen Modus des pflanzlichen Entwickelungslaufes anzusehen, so zwar, dass erst die Wiedererkennung dieses Generationswechsels im einzelnen Falle den Entwickelungsgang der betreffenden Pflanzengruppe »erkläre« und »verständlich mache«[2]. An

---

[1] Ebenso wie dieser zweite Sexualact innerhalb der Florideen-Gruppe neu aufgetreten ist, kann er offenbar auch im Laufe der Entwickelung dieser Gruppe wieder verschwinden oder statt dessen auch der ursprüngliche erste Sexualact ausfallen. Im ersteren Fall kehrt der Entwickelungsgang der betreffenden Species einfach wieder zu der ursprünglichen Gestaltung zurück, und dürften solche Formen kaum von den primären einfachsten Formen unterschieden werden können. Fällt dagegen der erste, ursprüngliche Sexualact aus, so muss dadurch der Entwickelungsgang der Species ein ganz abweichendes Ansehen erhalten. Denn in diesem Falle müsste die Bildung von Spermatien vollständig unterbleiben; dafür aber würden entweder die einzelnen Spermatium-Mutterzellen direct zu (einfachen oder verzweigten) männlichen Zellfäden, welche die Auxiliarzellen befruchten, heranwachsen, während die Carpogonien ganz ausfallen, oder es würden die Spermatium-Mutterzellen gar nicht angelegt werden, statt dessen aber die Carpogonien (natürlich ohne vorhergehende Ausbildung eines Trichogyns) direct zu männlichen Zellfäden auswachsen. Das Endresultat aber würde in beiden Fällen das gleiche sein, nämlich die Befruchtung von Auxiliarzellen (die bald aus Endzellen, bald aus Gliederzellen der Thallusfäden hervorgehen) durch die Zellen kürzerer oder längerer, einfacher oder verzweigter Zellfäden.

Dieser Ausfall des ersten Sexualactes ist nun im Gebiete der Florideen, soweit die bisherigen Beobachtungen reichen, nirgends wirklich erfolgt. Wohl aber scheint er unter den Ascomyceten verwirklicht zu sein. Hier bieten, wie schon oben (S. 243 Anm. 2) hervorgehoben ward, die Collemaceen so grosse Analogien mit den Florideen dar, dass man wohl vermuthen darf, die Bildung der Früchte werde hier in ähnlicher Weise eingeleitet, wie beispielsweise bei den Cryptonemieen. Bei anderen Ascomyceten aber scheint im Entwickelungsgange der Species jener Ausfall des ersten Befruchtungsactes wirklich erfolgt zu sein, so dass hier der zweite Sexualact der Florideen als einziger Geschlechtsact übrig geblieben ist, die Mutterzelle der ascogenen Hyphen also einer Florideen-Auxiliarzelle entspricht (*Ascobolus* u. a.). Ja es scheint hier vielfach (wenn anders die vorliegenden Darstellungen die thatsächlichen Vorgänge wirklich erschöpfen) auch dieser zweite Sexualact noch ausgefallen zu sein, so dass die Auxiliarzelle, mag sie nun durch besondere Gestaltung vor den übrigen Hyphenzellen ausgezeichnet sein oder nicht, apogamisch zur Sporenfrucht auswächst.

[2] Dass es sich bei solcher »Erklärung« des Entwickelungsganges einer Pflanzengruppe um ein ganz analoges Verfahren handelt, wie bei der »Erklärung« complicirterer

diese einfachsten Florideen aber schliessen sich, wie oben gezeigt ward, aufs engste und deutlichste die übrigen Formen mit complicirterer Fruchtbildung an und ermöglichen eben durch diesen deutlichen Anschluss, auch in ihrem Entwickelungsgange jenen Generationswechsel deutlich und klar wiederzuerkennen, wenn derselbe auch hier durch Einfügung des zweiten Sexualactes etwas complicirt worden ist[1].

Abgesehen aber von dieser Complication tritt jener typische Generationswechsel im Entwicklungsgange mancher Florideen ganz ungetrübt und deutlich erkennbar hervor. Bei zahlreichen anderen Formen aber setzen noch weitere Complicationen desselben ein, indem wie bei den Laubmoosen die vegetative Generation in Vorkeim und Laubpflanze sich gliedert (*Batrachospermum* u. a.). Bei zahlreichen anderen Formen treten ferner an der vegetativen Generation die Tetrasporen oder auch Gemmenbildungen verschiedener Art als accessorische Vermehrungsorgane hinzu, mögen nun diese an den geschlechtlichen Individuen selbst erzeugt werden (*Cruoriopsis cruciata* Duf., *Petrocelis Ruprechti* Hauck u. a.) oder auf besondere neutrale Individuen beschränkt sein (wie bei den meisten Florideen).

Bei manchen Florideen endlich scheint zu jenem typischen Generationswechsel (der dem Generationswechsel der Archegoniaten entspricht)[2] noch eine weitere Complication sich hinzuzugesellen, indem eine regelmässige Abwechselung von geschlechtlichen Individuen und (einzelnen oder zahlreichen successiven) Tetrasporen-Individuen sich herausbildet. Darauf weist wenigstens mit grosser Wahrscheinlichkeit die Thatsache hin, dass von vielen kurzlebigen Florideen Geschlechtspflanzen nur zu bestimmten Jahreszeiten anzutreffen sind, während neutrale Pflanzen das ganze Jahr hindurch oder doch während ziemlich langer Zeit des Jahres angetroffen werden. Doch ist allerdings bis jetzt noch in keinem Falle eine solche regelmässige Alternation neutraler Individuen und Geschlechtsindividuen) die wohl auch für sich allein als eine besondere Art von Generationswechsel betrachtet werden könnte) durch Beobachtung sicher nachgewiesen worden.

Blüthengestalten von Phanerogamen, die man durch Vergleich mit anderen, bereits bekannten Blüthenformen »erklärt« und »verständlich macht« (vergl. Schmitz, die Familiendiagramme der Rhöadinen), das dürfte bei einiger Überlegungun schwer einleuchten.

[1] Wenn man will, kann man bei diesen Formen der Florideen (*Gloeosiphonia* u. s. w.) auch Generationsreihen aus je drei Generationen unterscheiden, da ja hier die weibliche Sexualzelle der einfacheren Florideen (*Nemalion* u. s. w.) durch zwei Zellen, das Carpogonium und die Auxiliarzelle, ersetzt und zwischen beide eine neue dritte Generation eingeschoben ist.

[2] Eine wesentlich abweichende Auffassung des sexuellen Generationswechsels der Florideen hat vor einiger Zeit Pringsheim (Jahrb. für wiss. Bot. XI. S. 6 ff.) ausgesprochen. Doch würde ein näheres Eingehen auf die Differenzen der beiden Anschauungsweisen hier viel zu weit führen.

VI.

Der ganze Entwickelungsgang der einfachsten Florideen schliesst dieselben, wie schon mehrfach in der Litteratur hervorgehoben worden ist, sehr nahe der Chlorophyceen-Gruppe der Coleochaeteen an.

Bei beiden Algengruppen baut sich der ganze Pflanzenkörper aus verzweigten, seitlich mehr oder minder dicht zusammenschliessenden Zellfäden mit Spitzenwachsthum, deren Glieder niemals quergetheilt werden, auf. Bei beiden Algengruppen entstehen die Sexualzellen aus Endzellen dieser Zellfäden[1]. Kleine endständige Zellen entwickeln aus ihrem gesammten Plasma einzelne nackte männliche Zellen: einzelne grössere Faden-Endzellen schwellen zu weiblichen Zellen an und strecken aus ihrer Spitze ein mehr oder minder langes dünnes Trichogyn hervor. Allein diese Trichogyne öffnen sich bei den Coleochaeteen an der Spitze, das Plasma der weiblichen Zelle grenzt schon vor der Befruchtung einen unbrauchbaren Abschnitt als Richtungskörper ab und entleert denselben durch die geöffnete Spitze des Trichogyns; ferner sind bei den Coleochaeteen die nackten männlichen Zellen mittelst zweier Zilien selbstbeweglich; endlich geht bei den Coleochaeteen die befruchtete Eizelle zunächst in Dauerzustand über und entwickelt erst nach dieser Ruhezeit einen Zellkörper, der zur Bildung von beweglichen »Carposporen« hinführt.

Alle diese letztgenannten Punkte, zu denen als minder wichtiges Moment noch die Verschiedenheit der Assimilations-Farbstoffe und der festen Assimilations-Producte hinzukommt, sind nun schwerwiegend genug, um einen unmittelbaren Anschluss der Florideen an die Coleochaeteen unmöglich zu machen; allein andererseits ist doch die hervorgehobene Übereinstimmung der beiderlei Formen wieder so gross, dass sich zwanglos im natürlichen Systeme der Thallophyten die einfachsten Florideen an die Coleochaeteen und damit die sämmtlichen Florideen oder Rhodophyceen an die grünen Algen oder Chlorophyceen anreihen lassen[2]. —

Dagegen vermag ich eine andere Verwandtschaftsbeziehung der Florideen, die gerade in neuester Zeit so vielfach betont wird, die Verwandtschaft mit den Bangiaceen, keineswegs als so enge anzuerkennen. Diese Algengruppe, die man neuerdings auf Grund der

---

[1] In der Stellung der Sexualzellen zeigen allerdings den vorliegenden Angaben (Pringsheim in Jahrb. f. wiss. Botanik. Bd. II.) zufolge einige Species ein abweichendes Verhalten, indem sie ihre Sexualzellen aus Gliederzellen der Thallusfäden ausbilden.

[2] Eine entgegengesetzte Auffassung haben neuerdings Falkenberg (Schenk, Handbuch der Botanik. Bd. II. S. 252—253) und Berthold (Fauna und Flora des Golfes von Neapel. VIII. Bangiaceen. S. 22) ausgesprochen.

Beobachtungen BERTHOLD's[1] den Florideen einfach einzureihen pflegt, muss meines Erachtens[2] von den Florideen durchaus getrennt werden und hat deshalb auch in der obigen Darstellung noch keine Berücksichtigung gefunden. Zur Begründung dieser Auffassung seien daher hier noch die wichtigsten Momente aus dem Entwickelungsgange der Bangiaceen, welche diese von den Florideen unterscheiden, kurz hervorgehoben.

Zunächst ist der Aufbau des Thallus der Bangiaceen wesentlich verschieden von demjenigen der Florideen. Bei den Bangiaceen findet Quertheilung der Gliederzellen in unbeschränktem Maasse statt, und ebenso erfolgen zahlreich Längstheilungen der Zellen durch Scheidewände, welche die organische Mittellinie der Zellen in sich fassen, was beides bei Florideen niemals geschieht. Infolgedessen lässt sich auch der Thallus der Bangiaceen, soweit er nicht schon selbst einen einfachen Zellfaden darstellt, niemals auf ein einfaches verzweigtes Fadensystem zurückführen. Dann fehlen auch dem vegetativen Thallusgewebe der Bangiaceen die so ausserordentlich charakteristischen primären Tüpfel der Florideen, die in Einzahl in der organischen Mitte einer jeden neugebildeten Scheidewand angelegt werden, stets vollständig.

Des Weiteren werden die Sexualzellen der Bangiaceen aus beliebigen Gliederzellen des Thallus gebildet, während sie bei den Florideen ausschliesslich aus Endzellen kürzerer oder längerer Zellfäden angelegt werden. Zur Bildung der Spermatien zerfällt bei den meisten Bangiaceen *(Bangia, Porphyra)* die einzelne Thalluszelle durch wiederholte Theilung mittelst aufeinander senkrechter Scheidewände in einen vielzelligen Complex kleiner Zellen, die, sämmtlich gleichartig, je einem einzelnen Spermatium den Ursprung geben[3]; bei den Florideen entstehen die Spermatien stets nur aus oberflächlichen Zellen, Endzellen oder Astzellen der Thalluszellfäden[4]. Zu weiblichen Zellen ge-

[1] Mittheilungen aus der Zool. Station zu Neapel. II. S. 78 ff. und Fauna und Flora des Golfes von Neapel. Bd. VIII.

[2] Vergl. SCHMITZ, Chromatophoren der Algen. S. 3 Anm. 1.

[3] Bei *Erythrotrichia* dagegen werden nach BERTHOLD (Bangiaceen S. 13) die Spermatien aus Randzellen der einzelnen Gliederzellen des Thallus gebildet.

[4] Weniger Gewicht möchte ich auf die weitere Thatsache legen, dass, wie BERTHOLD a. a. O. S. 12—13 angiebt, bei den Bangiaceen die Spermatien stets geformte Chromatophoren mit Pyrenoiden enthalten, während bei den Florideen die Spermatien, so weit meine bisherigen Beobachtungen reichen, stets der Chromatophoren entbehren.

Beiläufig sei übrigens hier noch einmal (vergl. SCHMITZ, Chromatophoren der Algen S. 39 Anm. 1) darauf hingewiesen, dass BERTHOLD die Pyrenoide der Chromatophoren überall mit den Zellkernen verwechselt, die wirklichen Zellkerne in den Zellen der Bangiaceen aber übersehen hat. Ich habe nach dem Erscheinen der neueren Abhandlung BERTHOLD's, worin seine früheren Angaben einfach wiederholt sind, die Untersuchung dieser Frage nochmals aufgenommen, finde aber auch jetzt meine genannten Angaben über die Zellkerne und Pyrenoide der Bangiaceen durchaus bestätigt.

stalten sich bei den Bangiaceen die einzelnen Thalluszellen ohne Unterschied, indem sie auf der Aussenseite des Thallus eine kurze Ausstülpung vorstrecken, die meist kaum von ferne an das Trichogyn der stets endständigen Carpogonien der Florideen erinnert[1]. Im Befruchtungsact tritt ferner bei den Bangiaceen das gesammte Plasma des Spermatiums bis auf ganz geringe Reste[2] in die weibliche Zelle hinüber, die nun jenen Copulationsfortsatz einzieht und, ohne einen so charakteristischen Richtungskörper wie bei den Florideen abzuscheiden, zur befruchteten Eizelle sich gestaltet. Endlich wird bei den Bangiaceen diese befruchtete Eizelle entweder direct zur Spore (*Erythrotrichia* nach BERTHOLD a. a. O. S. 17) oder zerfällt durch wiederholte Theilung in einen Complex von mehr oder minder zahlreichen Zellen, die sämmtlich einzelnen nackten Sporen den Ursprung geben: ein sporenbildendes Fadenbüschel mit steriler Centralzelle, wie im Crystocarp der Florideen, kommt hier niemals zu Stande.

Alle diese Momente unterscheiden meines Erachtens die Bangiaceen sehr wesentlich von den Florideen[3], die bei aller sonstigen Gestaltungsmannigfaltigkeit doch in den genannten Punkten eine vollständige Übereinstimmung aufweisen. Demzufolge müssen die Bangiaceen mindestens als besondere Gruppe von der in sich abgeschlossenen Gruppe der Florideen abgetrennt werden[4].

Allein mir scheint, dass diese besondere Gruppe der Bangiaceen im natürlichen Systeme auch nicht als nächstverwandte Gruppe unmittelbar neben die Florideen gestellt werden kann. Die Übereinstimmung der Bangiaceen mit den Florideen läuft ja doch im Grunde nur auf wenige nebensächliche Momente hinaus. Bei beiden Algengruppen sind die Chromatophoren im Allgemeinen nicht chlorophyllgrün, sondern in verschiedenen Nüancen von roth oder braun gefärbt: bei beiden Algengruppen sind die männlichen Zellen (so weit bis jetzt festgestellt[5]) unbeweglich; bei beiden Algengruppen erzeugt die be-

[1] Man vergleiche nur die Figuren 2, 4, 12, 13, 23 und 24 bei BERTHOLD (l. c.).

[2] Vergl. auch BERTHOLD's Angaben. a. a. O. S. 14 ff.

[3] BERTHOLD (Bangiaceen S. 21) meint dagegen, dass den »Bau- und Wachsthumsverhältnissen des Thallus«, hinsichtlich deren die Bangiaceen »unter den Florideen ganz isolirt« dastehen, dagegen den »Ulvaceen und Ulothricheen« entsprechen (l. c. S. 1), »jede Bedeutung« für die systematische Stellung der Bangiaceen abgehe.

[4] Selbst die Auffassung der Bangiaceen als eines eigenartigen Astes der Florideen, der »gleich an der Basis dieses grossen Algenstammes« sich abzweigt, vermag nicht zu verhindern, dass eben durch diesen Ast die sonst so vollkommen harmonische Verzweigung dieses Algenstammes erheblich gestört wird.

[5] Nur für die Spermatien von *Erythrotrichia* wird bisher die Fähigkeit freier Ortsbewegung von BERTHOLD a. a. O. S. 13 erwähnt. Doch fehlt bis jetzt jegliche Angabe darüber, in welcher Weise diese Ortsbewegung vermittelt wird. — Vgl. damit die obigen Angaben (S. 222 Anm. 1) über die selbständige Beweglichkeit der Florideen-Spermatien.

fruchtete Eizelle ohne Ruheperiode meistens eine grössere Anzahl von ungeschlechtlichen Sporen. Fast alle diese einzelnen Merkmale kommen auch anderen Algengruppen zu (z. B. besitzen ja die Dictyotaceen ebenfalls unbewegliche männliche Zellen, weshalb sie ebenfalls zuweilen als Florideen augesprochen worden sind), bedingen für sich allein aber meines Erachtens durchaus noch nicht eine unmittelbare Verwandtschaft der Bangiaceen und Florideen. Vielmehr glaube ich, wie ich bereits anderwärts kurz erwähnt habe[1], dass die Bangiaceen im natürlichen Systeme der Thallophyten zunächst neben die Chlorophyceen-Gruppe der Schizogoneen (*Prasiola, Schizomeris, Schizogonium, Palmogloea, — Porphyridium*) zu stellen sind, die Florideen dagegen zwar vermittelst der Coleochaeteen an den Hauptstamm der Algen, die Chlorophyceen, anschliessen[2], allein doch von diesen Chlorophyceen durch eine hinreichend grosse Kluft getrennt sind und eine hinreichend grosse, formenreiche und eigenartig ausgebildete Gruppe darstellen, um zweckmässiger Weise als eine besondere selbständige Abtheilung der Algen, als Rhodophyceen, unterschieden zu werden.

Die Resultate der vorliegenden Untersuchungen über die Befruchtung der Florideen ergeben schliesslich auch noch einige Beiträge zur Systematik dieser Abtheilung der Algen.

Ein natürliches System der Florideen ist zur Zeit bekanntlich nur erst in den Anfängen vorhanden. Die bisherige Kenntniss der so überaus formenreichen Gruppe ist noch viel zu lückenhaft, als dass es bereits jetzt möglich wäre, ein natürliches System dieser Algen aufzustellen. Vor der Hand müssen künstliche Systeme aushelfen, und diese stützen sich heutigen Tages, nachdem eine überwiegende Berücksichtigung des Thalluswachsthums (Naegeli) sich als unzweckmässig herausgestellt hatte, sämmtlich auf den Bau der reifen Cystocarpe (J. Agardh). Eine consequente Durchführung dieses Eintheilungsprincipes reisst jedoch vielfach die nächsten Verwandten (z. B. *Delesseria* und *Hydrolapathum, Chylocladia* und *Lomentaria, Griffithsia* und *Bornetia* u. a. m.) weit auseinander.

[1] Schmitz, Chromatophoren der Algen S. 3 Anm. 1.

[2] Durch diese Zusammenstellung kommt auch die Verwandtschaft der Florideen mit den Bangiaceen, soweit diese wirklich vorhanden ist, meines Erachtens in durchaus entsprechender Weise zum Ausdruck. Denn durch den Anschluss der Florideen an die Coleochaeteen schliessen ja die ersteren auch an die übrigen Gruppen der Chlorophyceen und damit auch an die Bangiaceen an. Doch werden allerdings Bangiaceen und Florideen hier weiter auseinander gerissen, als es sonst neuerdings zu geschehen pflegt.

Zur Förderung des natürlichen Systemes der Florideen ist meines Erachtens zur Zeit wesentlich eine genaue Untersuchung der Vorgänge bei der Befruchtung der verschiedenen Einzelformen erforderlich. Es würde jedoch zu weit führen, hier die Resultate, die ich für das natürliche System der Florideen aus meinen Untersuchungen ableiten zu dürfen glaube, im Einzelnen aufzuzählen. Die allgemeineren Resultate dieser Art habe ich bei der obigen Darstellung in der Anordnung der Gruppen bereits zum Ausdruck gebracht. Eine eingehendere Darstellung derselben wird erst angezeigt sein, wenn es gelungen ist, eine noch weit grössere Anzahl von Einzelformen als bisher auf ihre Fruchtbildung genauer zu untersuchen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Batrachospermum moniliforme Roth.
(Pikrinsäure-Hämatoxylin-Präparat.)

Spitze des Carpogonastes mit dem bereits befruchteten Carpogonium; Trichogyn von dem Bauchtheil des Carpogoniums abgegliedert, dieser letztere seitlich aussprossend. Die hypogyne Zelle entwickelt neben dem älteren verzweigten Seitenast eine neue seitliche Sprossung als Anlage zu einem neuen sterilen Hüllzweig. In der Eizelle, der hypogynen Zelle und den beiderseitigen Astzellen sind die Nukleolen der Zellkerne intensiv gefärbt; innerhalb des Trichogyns umschliesst das Plasma eine Anzahl intensiv gefärbter Körnchen (Derivate des Zellkerns der weiblichen Zelle?). — Vergr. 800.

Fig. 2—4. Chantransia corymbifera Thur.
(Spiritus-Material, in Wasser aufgeweicht und durch Hämatein-Ammoniak gefärbt.)

Fig. 2. An dem befruchteten Carpogonium ist das Trichogyn durch den Membranpfropf innerhalb des Trichogynhalses abgetrennt worden. Die befruchtete Eizelle bildet aufwärts eine Aussprossung, die bereits durch eine Querwand abgetrennt worden ist. — 800.

Fig. 3. Nächstes Entwickelungsstadium. Neben der endständigen Sprossung wird seitlich eine zweite Sprossung angelegt. — 800.

Fig. 4. Weiteres Entwickelungsstadium. — 800.

Fig. 5—7. Scinaia furcellata Biv.
(Spiritus-Material.)

Fig. 5. Junger Carpogonast. An dem endständigen Carpogonium hat eben die Bildung des Trichogyns begonnen. Die hypogyne Zelle hat zur Bildung der hypogynen Scheibe bereits eine Randzelle angelegt. An der untersten Zelle des Carpogonastes beginnt das Aussprossen der Hüllfäden, welche später zur Bildung der Fruchtwand dicht zusammenschliessen. — 800.

Fig. 6. Vierzellige hypogyne Scheibe mit dem abgegliederten Bauchtheil des eben befruchteten Carpogoniums. — 800.

Fig. 7. Die befruchtete Eizelle (an der Spitze noch mit dem verschlossenen Trichogynhals versehen) hat sich einseitig vorgewölbt und entwickelt ein reich verzweigtes Büschel von Ooblastemfäden (dessen Bildung keineswegs, wie bisher angenommen ward, von den Zellen der hypogynen Scheibe ausgeht). — 800.

Fig. 8—15. Gloeosiphonia capillaris Carm.
(Spiritus-Material.)

Fig. 8. Junges Procarp von der Seite. *b* Basalzelle des ganzen Procarpastes, dessen vorletzte Zelle *a* (die Endzelle ist seitwärts gekrümmt und in der Figur durch die Zelle *a* verdeckt) zur Auxiliarzelle wird. Diese Basalzelle trägt als Seitenast den dreizelligen Carpogonast, dessen Endzelle bereits ein langes Trichogyn entwickelt hat, während die hypogyne Zelle sich einseitig sehr stark vorgewölbt und reichlich mit Plasma gefüllt hat. Die zweite Zelle des Procarpastes trägt seitlich einen sterilen Seitenast. — 800.

Fig. 9. Junges Procarp von unten. *b* Basalzelle des ganzen Procarpastes, dessen Gliederzellen durch abwechselnd geneigte Querwände getrennt sind und fast sämmtlich sterile seitliche Auszweigungen gebildet haben, während die vorletzte Zelle *a* zur Auxiliarzelle wird. Die Basalzelle trägt als Seitenast den dreizelligen Carpogonast, dessen hypogyne Zelle *h* hier viel kleiner geblieben ist als in Fig. 8. — 800.

Fig. 10. Carpogonast. An dem befruchteten Carpogonium ist der Bauchtheil abgetrennt und zu einem einzelnen Ooblastemfaden *c* ausgewachsen, der nahe seiner Basis einen Seitenast *c'* entwickelt hat. Der Bauchtheil des Carpogoniums ist vollständig entleert, die hypogyne Zelle *h* noch sehr inhaltsreich. — 800.

Fig. 11. Auxiliarzelle *a* an der Spitze des (von unten gesehenen) Procarpastes in offener Copulation mit der Ooblastemzelle *e*. — 800.

Fig. 12. Procarpast von unten gesehen. Die Basalzelle *b* und die angrenzende Gliederzelle tragen seitlich je einen Carpogonast, von dem in der Figur nur die unterste Zelle *d* gezeichnet ist. Die Auxiliarzelle *a* war mit der Ooblastemzelle *e* in Copulation getreten und hat nach dem Übertritt des gesammten Plasmas von *e* sich wieder als selbständige inhaltsreiche Zelle abgeschlossen. — 800.

Fig. 13. Spitze des Procarpastes mit der befruchteten Auxiliarzelle *a* von der Seite. — 800.

Fig. 14. Desgl. Die befruchtete Auxiliarzelle *a* hat auswärts die Centralzelle des Sporencomplexes abgegliedert. — 800.

Fig. 15. Desgl., weiteres Entwickelungsstadium. Die Centralzelle schneidet successive Randzellen ab. — 800.

Fig. 16—19. Dudresnaya purpurifera J. Ag.
(Spiritus-Material.)

Fig. 16. Carpogonast mit einwärts gekrümmter Spitze. Aus dem bereits abgegliederten Bauchtheil des befruchteten Carpogoniums wächst ein Ooblastemfaden hervor und richtet sich gegen die Auxiliarzellen hin, welche die Endzellen kurzer Seitenästchen des Capogonastes darstellen. — 800.

Fig. 17. Desgl. Aus dem Bauchtheil des befruchteten Carpogoniums sind zwei kurze Ooblastemfäden hervorgewachsen und haben mit einzelnen (1 oder 2) Auxiliarzellen copulirt. Einer dieser kurzen Fäden treibt einen Seitenast *c*, der in das angrenzende Thallusgewebe hinauswächst. — 800.

Fig. 18. Die Spitze eines Ooblastemfadens wächst an einer Auxiliarzelle vorbei, welche hier die Endzelle eines besonderen Astes darstellt. — 800.

Fig. 19. Späteres Entwickelungsstadium von Fig. 18. Die fortwachsende Spitze des Ooblastemfadens hat eine Gliederzelle abgeschnitten, und diese ist mit der Auxiliarzelle in Copulation getreten. Darauf hat die Ooblastemzelle auswärts eine Ausstülpung gebildet und diese als selbständige Zelle zur Bildung des Sporencomplexes abgegliedert. — 800.

Fig. 20—21. Dudresnaya coccinea Crouan.
(Spiritus-Material.)

Fig. 20. Die Spitze eines Ooblastemfadens ist eben an einer Auxiliarzelle, die hier als Gliederzelle einem besonderen Aste angehört, vorbeigewachsen; die abgeschnittene Gliederzelle des Ooblastemfadens tritt in Copulation mit dieser Auxiliarzelle, deren beide Nachbarzellen ebenfalls reich mit Plasma erfüllt sind. — 800.

Fig. 21. Weiteres Entwickelungsstadium. Die Gliederzelle des Ooblastemfadens *c c* hat auswärts eine Sprossung *c'*, die zu einem Seitenast des Ooblastemfadens heranwächst, und ebenso zwei seitliche Sprossungen *e e* angelegt, die sich der Auxiliarzelle aussen anlegen und diese umwachsen, um demnächst dem Sporencomplexe des Cystocarps den Ursprung zu geben. — 800.

Fig. 22. Dumontia filiformis Grev.
(Spiritus-Material.)

Hakenförmig gekrümmter Carpogonast. An dem endständigen Carpogonium hat soeben die Anlage des Trichogyns begonnen. — 800.

Fig. 23. Calosiphonia Finisterrae Crouan.
(Pikrinsäure - Hämatoxylin - Material.)

Dreizelliger Carpogonast. Die unterste Zelle ist stark vergrössert, einer Auxiliarzelle ähnlich, doch nicht als solche fungirend. Aus dem abgegliederten Bauchtheil des befruchteten Carpogoniums wachsen drei Ooblastemfäden hervor und breiten sich in das angrenzende Thallusgewebe hinein aus. — 800.

Fig. 24—27. Naccaria hypnoides J. Ag.
(Spiritus-Material.)

Fig. 24. Junger Carpogonast *bde* mit eingekrümmter Spitze. Die Basalzelle *b* desselben trägt seitlich zwei Astzellen *a*, die weiterhin zu Auxiliarzellen sich ausbilden. — 800.

Fig. 25. Späteres Entwickelungsstadium. Die Zelle *d* der Fig. 24 hat seitlich eine Astzelle *f* gebildet, die Zelle *e* durch eine schräge Querwand in die Endzelle *g* und die Gliederzelle *e* sich getheilt, so dass nun die Zellen *b d e g* den hakenförmig eingekrümmten Carpogonast bilden. — 800.

Fig. 26. Weiteres Entwickelungsstadium. Die Zellen *d*, *e* und *f* haben sich mehrfach verzweigt und einen kleinzelligen hypogynen Zellcomplex gebildet. Die Zelle *g* hat sich zum Carpogonium entwickelt, und an dieser ist bereits nach erfolgter Befruchtung das Trichogyn von dem Bauchtheil abgegliedert. — 800.

Fig. 27. Noch späteres Entwickelungsstadium. Der Bauchtheil des befruchteten Carpogoniums ist mit der Basalzelle *b* des Carpogonastes in Copulation getreten und lässt nun einen Ooblastemfaden *c* hervorsprossen. *t* Reste des hier sehr vergänglichen Trichogyns. (Auch mit den Auxiliarzellen *a* der Fig. 24 tritt die befruchtete Eizelle durch kurze Fortsätze in sehr wechselnder Weise in Copulation, worauf dann aus der Copulationszelle neue Ooblastemfäden entspringen; doch sind diese Vorgänge der Deutlichkeit halber aus der Figur weggelassen worden.) — 800.

Fig. 28. Schema für die Zelltheilung im Procarp (medianer Längsschnitt)
von Chondria, Polysiphonia u. a. Rhodomeleen.

b Zelle der Centralachse des Procarpastes; *a* unpaare Randzelle derselben, aus welcher zunächst als endständige Sprossung der gekrümmte Carpogonast *e e e c* hervorwächst, während seitlich daneben noch ein oder mehrere Astzellen *d* hervortreten, die zuweilen (z. B. bei *Chondria tenuissima*) sehr reichlich sich verzweigen und einen Complex kurzer, dichtgedrängter, steriler Zellfäden bilden. Die Zelle *a* selbst wird

später zur Auxiliarzelle und nach der Befruchtung des Carpogoniums *c* durch den abgegliederten Bauchtheil dieses Carpogoniums, mit dem sie sich zur Zeit der Befruchtungsreife berührt, befruchtet. Aus der Zelle *a* sprossen dann die sporenbildenden Fäden hervor, während die Zellreihe *e e e*, sowie das sterile Fadenbüschel der Zelle *d* zu Grunde geht.

Fig. 29—33. Chylocladia kaliformis Hook.
(Spiritus-Material.)

Fig. 29. Einer der kurzgliedrigen Zellfäden, welche, an der Spitze zusammenstossend, den fortwachsenden Scheitel der Thalluszweige aufbauen. Die Gliederzellen dieses Zellfadens verzweigen sich auswärts zur Bildung der grosszelligen Schicht der Wandung der hohlen Thallusglieder. Aus der Astzelle der sechsten Gliederzelle sprosst seitlich ein hakenförmig gekrümmter Carpogonast hervor. — Ohne Zeichenprisma gezeichnet.

Fig. 30. Die sechste Gliederzelle der Fig. 29 mit dem ansitzenden Carpogonast stärker vergrössert und mit dem Zeichenprisma gezeichnet. Das eben angelegte Trichogyn des Carpogoniums an seiner Basis einseitig stark angeschwollen. *b* Tragzelle des Carpogonastes. — 800.

Fig. 33. Carpogonast mit vollständig ausgebildetem Carpogonium. Mit der Spitze des Trichogyns hat ein Spermatium copulirt. — 800.

Fig. 31. Junge Anlage eines Cystocarps, von der Aussenseite des Thallus aus gesehen. Die schraffirten Zellen in der Mitte stellen den Carpogonast dar. *c* den Bauchtheil des Carpogoniums, dessen Trichogyn nach der Befruchtung abgegliedert ward und zu Grunde gegangen ist; die punktirte Zelle *b* die Tragzelle des Carpogonastes. *a* Die Auxiliarzelle, welche sich mit breitem Copulationsfortsatz zu der befruchteten Eizelle *c* hinkrümmt und dieselbe berührt; *m* eine der grossen Zellen der Wandung des Thallusgliedes, welche die Auxiliarzelle *a* als Tochterzelle nach aussen abgegliedert hat. Diese ganze Zellgruppe von zahlreichen kleinen Randzellen, welche die angrenzenden Zellen abgeschnürt haben und welche die erste Anlage der späteren Wandung des Cystocarps darstellen, bedeckt. — 300.

Fig. 32. Eine Auxiliarzelle mit breitem, gekrümmtem Copulationsfortsatz, von der Seite gesehen. — 800.

Fig. 34. Callithamnion gracillimum Harv.
(Spiritus-Material.)

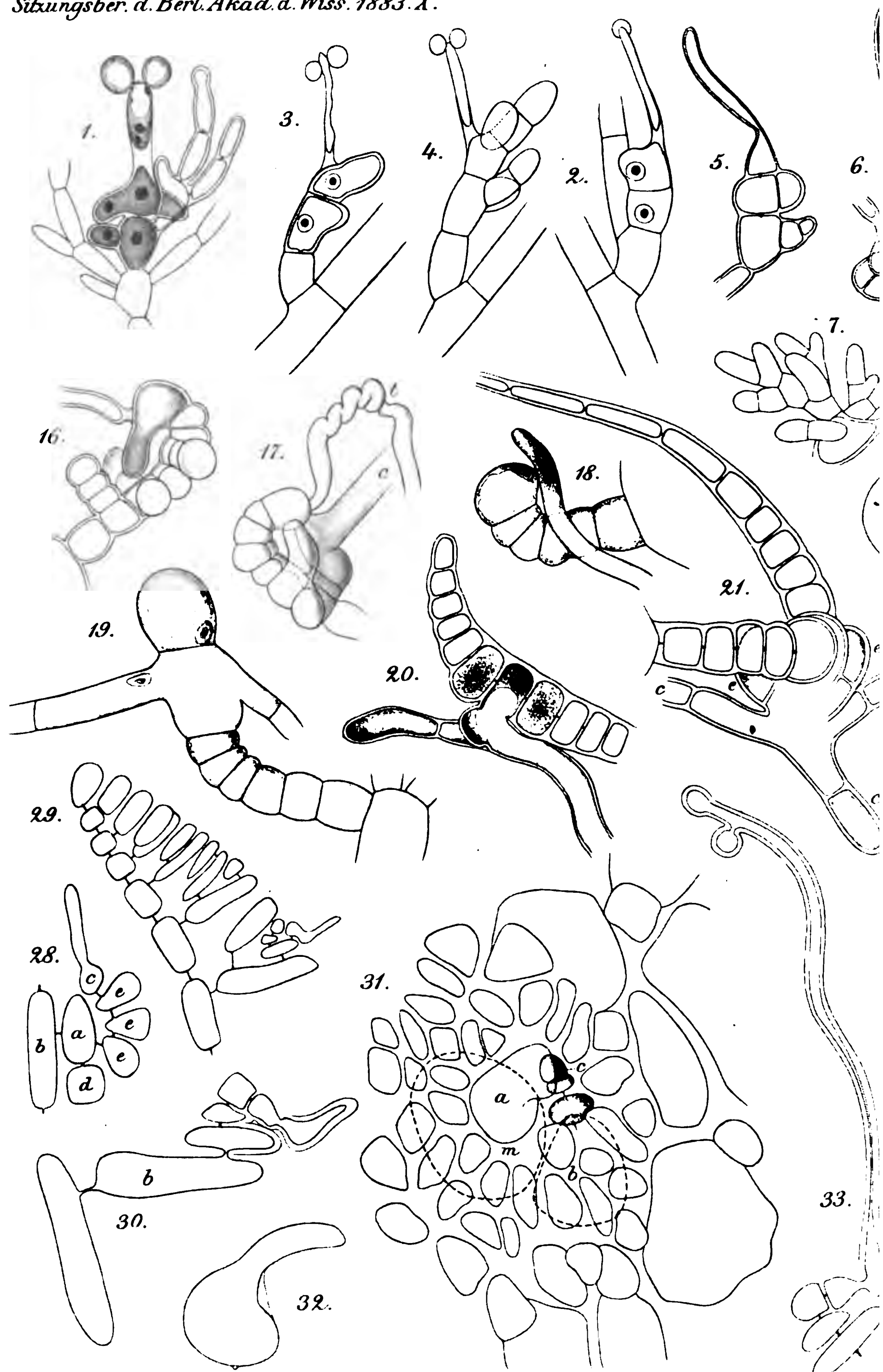
Procarp. An einer der obersten Gliederzellen eines begrenzten Thalluszweiges stehen in einem Wirtel die sterile Astzelle *b*, die beiden Auxiliarzellen *a*, deren eine noch eine Zelle *d* auf ihrer Aussenseite abgegliedert hat, und der dreizellige Carpogonast *e e c*. — 800.

Fig. 35. Pterothamnion plumula Naeg.
(Osmiumsäure-Hämatoxylin-Präparat.)

Procarp. Die Basalzelle *b* einer Blattfieder trägt auf der einen Seite den gekrümmten, vierzelligen Carpogonast, auf der anderen Seite die Auxiliarzelle *a*. Diese letztere hat sich nach der Oberseite der Basalzelle hinübergekrümmt und berührt dadurch den Bauchtheil des Carpogoniums, der sich hier bereits durch eine sehr kurze und dichte Verschlussplatte *p* als befruchtete Eizelle von dem Trichogyn abgegliedert hat. — 800.

Fig. 36. Polysiphonia atrorubescens Grev.
(Pikrinsäure-Hämatoxylin-Präparat.)

Junges Procarp im medianen optischen Längsschnitt. An der Gliederzelle *b* der Centralachse hat die unpaare Randzelle *a* eine endständige Sprossung abgegliedert, die



Fr. Schmitz del.

Schmitz : Befruc

Über eine neue Spaltungsrichtung am Gypsspath.

Von E. Reusch
in Tübingen.

Über den Titel: »Die Körnerprobe am krystallisirten Gyps« habe ich im Jahre 1869 in Poggendorff's Annalen, Band 136, S. 135 eine kurze Mittheilung gemacht über die Schlagfigur, die man erhält, wenn man eine nicht zu spitzige Nadel auf ein Gypsplättchen senkrecht aufsetzt und einen kurzen Schlag auf die Nadel führt: neben den Anzeichen des muschligen und fasrigen Bruchs erhält man eine glänzende Schlaglinie von mässiger Neigung gegen den Faserbruch. In dieser Schlaglinie glaubte ich damals auf Grund von Messungen, die ich jetzt als unvollkommen bezeichnen muss, einen neuen zur Medianebene senkrechten Blätterbruch zu erkennen, als dessen Indices ich (203) angab.

Angeregt durch eine Abhandlung von Hessenberg im achten Band d. Abh. d. Senckenbergischen Gesellschaft nahm ich den Gyps auf's Neue vor, wozu mir von Prof. Ulrich in Hannover (damals noch in Oker) ein reicher Vorrath von Gyps von Aschersleben zur Verfügung gestellt wurde. Nach erlangter grösserer Fertigkeit in Herstellung der Schlagfigur überzeugte ich mich, dass der Winkel zwischen Faserbruch und der charakteristischen Schlaglinie, den ich früher auf 11° geschätzt hatte, um zwei bis drei Grade zu vergrössern sei, dass somit jene Schlaglinie möglicherweise der von Hessenberg am Gyps von Wasenweiler nachgewiesenen Fläche β (509) entsprechen könnte. Ein brieflicher Verkehr mit Hessenberg entwickelte sich, persönliche Bekanntschaft erfolgte im Herbst 1873, welche leider durch den im Juli 1874 erfolgten Tod des vortrefflichen Mannes ein rasches Ende genommen hat.

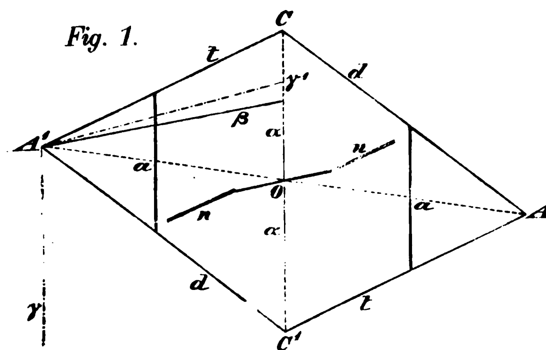
In einem Briefe vom 19. Juli 1873 schreibt mir Hessenberg: »Ich theile nun ganz Ihre neuere Ansicht, dass die charakteristische Schlaglinie mit der Fläche β (509) zusammenfalle. Die mir gesandten Gypsplättchen gestatten Messungen, welche darüber keinen Zweifel lassen. Auch geben die Plättchen Gelegenheit, sich von der Richtigkeit Ihrer Behaup-

tung zu überzeugen, dass, während jene Schlagfläche senkrecht zur Medianebene gerichtet ist, die dem Faserbruch entsprechenden Absonderungen schräg (augitpaarig) dagegen stehen.«

In einer Abhandlung mit der Aufschrift: Krystallographische Bemerkungen zum Gyps, enthalten im Jahrgang 1875 der mineralogischen Mittheilungen von G. Tschermak, S. 113—130, bespricht nun Hr. Laspeyres in §. 4 auch die Biegsamkeit und Spaltbarkeit des Gyps und kommt, auf Grund von Beobachtungen an eigenen Präparaten, sowie an solchen, die er von mir in Wiesbaden im Herbst 1873 erhalten hatte, zu der Ansicht, dass es sich bei meiner Schlaglinie nicht um einen neuen Bruch, sondern um eine Scheinfläche von sägeartigem Verlauf handle, welche aus einer bekannten Spalt- und Bruchkluft resultire.

Gegen diese Auffassung habe ich im Jahrgang 1876 derselben Zeitschrift S. 67 angekämpft und namentlich ein neues Mittel angegeben, den Gyps auf seine Brüche zu untersuchen. Die Gypsplatte wird zwischen zwei gleichen parallelen Linealen mit den Fingern der einen Hand festgeklemmt, und der vorstehende Theil der Platte mit einem dritten in der andern Hand gehalten, an eines der ersten angelegten Lineale rasch geknickt. Ragt das Plättchen längs β über die Lineale heraus, so erhält man durch Knicken klare Sprünge, deren Richtung mit der Faserrichtung sehr nahe einen Winkel von 14° macht.

Es scheint aber nicht, als ob die Krystallographen durch diesen Versuch von der Existenz des Bruchs nach β überzeugt worden wären; wenigstens schliesse ich das aus einer Stelle in der elften Auflage der Elemente der Mineralogie von Naumann-Zirkel 1881, S. 440, wo die Ansicht des Hrn. Laspeyres wiedergegeben ist. Vielleicht sind aber die nachfolgenden Bemerkungen geeignet, auch Andere zur Anstellung der hierhergehörigen Versuche anzuregen, namentlich aber den Bruch nach β als eine wirkliche, für das Verständniss des Gypsspaths nicht unwichtige Spaltungsrichtung zu documentiren.



Ich beginne mit einigen Bemerkungen in Betreff des Spaltens von Gypsplatten. In der Fig. 1 sind die in die Medianebene fallenden Axen AA', CC', die ungefähr im Verhältniss von 5 : 3 stehen, unter dem Winkel von 98° 55′ aufgetragen; verbindet man die Enden der Axen, so erhält man in AC und CA' die Richtungen von d (101) und von t $\bar{1}01$),

welch' letztere der Faserrichtung entspricht. Die mit CC' parallelen Geraden a gehören zum muschligen Bruch. Die Richtung $A'\beta$ entspricht der Fläche β (509), wobei $\angle tA'\beta = 14^\circ 4'$ ist.

Es ist nun einleuchtend, dass man beim Spalten einer Platte die Messerkante weder parallel dem muschligen Bruch a, noch parallel der Faserrichtung t halten darf, weil sonst leicht ein vorzeitiges Brechen und Knicken im Sinne der einen oder anderen Richtung eintreten könnte. Bei rhomboidischen nach a und t begrenzten Platten wird man am Einfachsten die Messerkante senkrecht zur Halbirungslinie des stumpfen Winkels zwischen a und t ansetzen. Bei unregelmässiger Begrenzung der Tafel kann man aber das Messer eben so vortheilhaft parallel jener Halbirungslinie einführen. Immer wird man suchen, die Dicke der vorliegenden Platte zu halbiren, damit kein Grund sei, dass die eine Hälfte eher breche oder knicke als die andere. — Das Brechen der Platten nach dem muschligen Bruch wird zweckmässig mit Hilfe der drei Lineale vorgenommen.

Ein oft recht nützlicher Kunstgriff, dessen Mittheilung ich Hrn. Dr. W. STEEG in Homburg v. d. H. verdanke, besteht darin, dass man in den durch das Messer eingeleiteten Sprung einen Tropfen Wasser einführt, der das weitere Spalten ausserordentlich erleichtert.

Die Schlagfigur (Fig. 1) besteht einmal aus einem bei harten und weichen Gypsen jederzeit eintretenden Sprung α parallel dem muschligen Bruch; dann, und zwar nur bei härterem Gyps, aus zwei dies- und jenseits der Schlagstelle verlaufenden, in die Faserrichtung fallenden Absonderungen n; und endlich aus dem durch die Schlagstelle o gehenden, zur Platte senkrechten Sprung nach β. Die stumpfe Nähnadel wird zweckmässig durch das abgerundete Ende einer dicken Stricknadel ersetzt. Als Unterlage dient mir gewöhnlich eine Lamelle schwarzen glatten Kautschuks, welche auf eine Glas- oder Metallplatte geklebt ist. Die Stärke des Schlags richtet sich nach der Plattendicke und wird leicht durch Probiren gefunden.

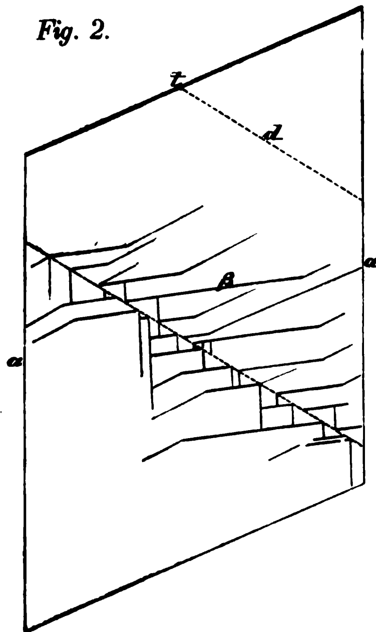
Ich denke mir nun, es werde ein Plättchen von 0,3 bis 0,5^{mm} Dicke zwischen die zwei Lineale so eingespannt, dass es nach der Faserlinie t hervorragt, und nun nach dieser Linie mit dem dritten Lineale geknickt. Manchmal wird es sich nun treffen, dass das Plättchen fast lautlos nach t abgewiegt wird; aber in der Mehrzahl der Fälle, namentlich bei raschem kurzen Knick, hört man einen scharfen Knack, und alsdann ist auch sicher der Bruch nach β meist in mehrfacher Wiederholung entstanden und erstreckt sich oft in langen glänzenden Linien unter und über die das Plättchen umfassenden Lineale: Absonderungen nach t treten erst in secundärer Weise auf, obgleich die Knickung nach t geschah.

Will man ein Plättchen von der angegebenen oder grösserer Dicke wirklich nach *t* trennen, so muss vor dem Knicken entweder auf beiden Seiten, oder wenigstens auf der Seite, gegen welche geknickt wird, eine tiefe Furche längs *t* mit einer am Lineale hingeführten spitzigen Nadel gemacht werden; die Trennung erfolgt dann wohl in Folge von Ablösung nach einer der Flächen des Augitpaars *n* ($\bar{1}11$), denn dass diese Flächen Spaltungsflächen sind, zeigt eine wohlgelungene Schlagfigur mit grosser Deutlichkeit.

Das Auftreten der Brüche nach β ist natürlich nicht an eine bestimmte Knickungsrichtung gebunden, wenn diese nur gehörig abweicht von der Richtung des muschligen Bruchs und von einer zu β senkrechten Richtung. Als besonders günstige Richtung der Knickung hat sich die nach *d* (101) gezeigt; aus Fig. 1 ersieht man, dass die Winkel, welche $A'C'$ mit $A'\beta$ und mit $A'\gamma$ (parallel CC') macht, wenig verschieden sind, so dass zu erwarten steht, dass bei einer Knickung nach *d* gleichzeitig Brüche nach β und *a* hervorgerufen werden. Das ist nun in ganz ausgezeichnetem Grade der Fall: man erhält insbesondere den Bruch nach β häufig in 10 bis 20 facher Wiederholung in klaren glänzenden Sprüngen, die an der Knickungslinie beginnen und meist in Linien nach der Faserrichtung umbiegen.

Auch der muschlige Bruch erscheint neben Spuren des Faserbruchs in vielen Sprüngen. Die Figur 2 giebt nur ein schematisches Bild einer so geknickten Platte. — Ich glaube, dass Niemand diesen Versuch anstellen wird, ohne die feste Überzeugung zu gewinnen, dass die Fläche β einem wirklichen Bruch entspricht, der an Schönheit dem muschligen Bruch zum mindesten gleichsteht.

Fig. 2.



An Fragmenten so geknickter Plättchen, welche sowohl mehrere klare Brüche als auch feine Spuren des Faserbruchs enthalten, wird man nun den Winkel zwischen diesen zwei Richtungen so wenig verschieden von 14° 4′ finden, dass kein Zweifel über die Identität jenes Bruchs mit der Hasenberg'schen Fläche β sein kann.

Der Objectträger des mit Oculargoniometer versehenen Mikroskops muss hierbei zwei auf einander rechtwinklige Schlittenbewegungen von ziemlicher Amplitude besitzen, um der Reihe nach die zwei Linienzüge in's Sehfeld und in Coincidenz mit dem Faden des Gonio-

meters bringen zu können. Allerdings trifft es sich, dass bei einer grösseren Zahl von Messungen des fraglichen Winkels die Zahl derjenigen, welche den Winkel kleiner als 14° geben, grösser ausfällt als die Zahl derer, welche 14° übersteigen; aber der Grund hiervon liegt sicher darin, dass die Brüche nach β leicht in die benachbarten Spaltflächen des Augitpaares $n(\bar{1}11)$ verlaufen, wie man das an jeder wohlgelungenen Schlagfigur sehen kann.

Dasselbe zeigen auch die ungefähr in die Richtung von β fallenden Sprünge, die man beim Spalten grösserer Platten sehr häufig erhält; manchmal findet man den Winkel zwischen t und den Sprüngen ziemlich kleiner als 14°, oft sogar sieht man einen solchen Sprung aus der Richtung von β in stetiger Krümmung in den Faserbruch verlaufen. Da man aber, wenigstens bei härterem Gyps, in der Knickung nach d ein sicheres Mittel hat, die Realität des Bruchs nach β zur Anschauung zu bringen, so liegt in jenen Abweichungen nichts Bedenkliches.

Früher[1] glaubte ich zur Erklärung der leichten Überleitung des Bruchs β in den Faserbruch eine an einem Gyps von Bologna beobachtete ziemlich scharfe Bruchfläche zwischen t und β herbeiziehen zu können, unterdessen habe ich aber gefunden, dass jene Platte die eine Hälfte eines Zwillings nach d war und dass jene Fläche ziemlich nahe dem muschligen Bruch der anderen (abgebrochenen) Hälfte des Zwillings entsprach. Zieht man in Fig. 1 die Gerade $A'\gamma'$, welche mit $A'\gamma$ symmetrisch liegt gegen $A'C$ (d), so ist $A'\gamma'$ die Lage des muschligen Bruchs im zweiten Individuum des Zwillings, und es ist $\angle\, CA'\gamma' = 9°\,24'$, $\angle\, \gamma' A'\beta = 4°\,40'$. Die in der Hauptsache ganz unregelmässig verlaufende Zwillingsnaht hatte nun längs einer gewissen Strecke eine Richtung zwischen $A'\beta$ und $A'\gamma'$, und man begreift, dass auf dieser Strecke ein Bruch entweder nach $A'\gamma'$, oder nach $A'\beta$, oder nach einer Zwischenrichtung gar wohl möglich war. In Wirklichkeit zeigte auch der Zwilling selber in der Nähe der die Platte durchsetzenden Sprünge deutliche Spuren einer Verletzung durch Meisel oder Messer.

Die Nachweisung des Bruchs β durch Knicken nach d gelingt mit dem härteren Gyps vom Montmartre, von Aschersleben, und sogar mit dem weicheren Gyps von Bologna. An einem schönen aber ziemlich weichen Gyps von Toscana (von Prof. Fraas erhalten) konnte ich nach einiger Übung zwar die Schlagfigur, nicht aber die Knickungsbrüche nach β hervorbringen. An dem so sehr weichen und biegsamen Gyps von Reinhardsbrunn ist mir weder das Eine noch das

[1] Tschermak. Min. Mitthl. 1875 S. 68.

Andere je gelungen. Dagegen wird man bei fortgesetztem andächtigen Spalten an allen Gypsen ohne Unterschied Spuren von Brüchen finden, welche ungefähr in die Richtung von β fallen.

Der Gyps von Aschersleben, mit dem ich am liebsten operire, zeigte noch eine bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit: alle mir zu Gebote stehenden Tafeln sind demselben grösseren Stücke entnommen und besitzen eine Doppelknickung nach *d* (101), die an einen Zwilling erinnern könnte, während alle Platten einfach sind. Ohne Zweifel rührt diese Knickung her von einem mechanischen, an der Lagerstelle erlittenen, ungleichförmig vertheilten gegenpaarigen Druck, bei welchem die Richtung nach *d* als natürliche Knickungsrichtung zur Geltung kam. Es ist gewiss nicht zufällig, dass auch am Gyps, wie bei Steinsalz und Doppelspath, eine Fläche leichtester Knickung und innerer Umstellung der Krystallmolekel, zusammenfällt mit einer Zwillingsfläche.

Ohne Zweifel hat aber der Gyps noch eine zweite natürliche Knickungsrichtung, welche in der Medianebene genau oder nahezu senkrecht ist zum muschligen Bruch. Hiermit hängen wohl die cylindrisch gekrümmten Zwillinge von Reinhardsbrunn zusammen; ich habe aber keine Veranlassung, in diesem Aufsatze, in welchem ich zunächst nur darauf ausging, den Bruch nach β zu endlicher Geltung zu bringen, auf diese an sich interessante Besonderheit näher einzugehen.

Zur Theorie der elliptischen Functionen.

Von K. Weierstrass.

Fortsetzung der am 15. Februar d. J. gelesenen Abhandlung.

II.

Nach dem, was im Vorhergehenden über den Convergenzbezirk der Reihe

$$\sum_{n=1}^{\infty} \beta_n t^n$$

und die Beschaffenheit der Zahlen β_n festgestellt worden ist, besteht die Gleichung (I., 13), welche sich in der Form

$$\log t - \log 16 + \sum_{n=1}^{\infty} \beta_n t^n = \tfrac{1}{4} \left\{ \log \left(\frac{1-(1-t)^{\frac{1}{4}}}{1+(1-t)^{\frac{1}{4}}} \right)^4 - \log 16 + \sum_{n=1}^{\infty} \beta_n \left(\frac{1-(1-t)^{\frac{1}{4}}}{1+(1-t)^{\frac{1}{4}}} \right)^{4n} \right\}$$

schreiben lässt, sicher für jeden reellen, in dem Intervall $(0 \ldots 1)$ enthaltenen Werth, indem die bei der Herleitung dieser Gleichung mit t_0 bezeichnete Grösse, von der nur vorausgesetzt war, dass die Summe

$$\sum_{n=1}^{\infty} |\beta_n| \, t_0^n$$

einen endlichen Werth habe, nunmehr in Folge der Gleichungen

$$|\beta_n| = \beta_n, \quad \sum_{n=1}^{\infty} \beta_n = \log 16$$

gleich 1 angenommen werden kann. Setzt man also

$$e^{-\frac{1}{4}\log 16 + \frac{1}{4} \sum_{n=1}^{\infty} \beta_n t^n} = \sum_{n=0}^{\infty} \gamma_n t^n,$$

wo dann die Coefficienten γ_n gleich den α_n sämmtlich positive rationale Zahlen sind und $\sum_{n=0}^{\infty} \gamma_n = 1$ ist, so hat man

$$(1.) \qquad \psi(t) = t \left(\sum_{n=0}^{\infty} \gamma_n t^n \right)^4$$

und zugleich

$$(2.) \qquad \psi(t) = \frac{1-(1-t)^{\frac{1}{4}}}{1+(1-t)^{\frac{1}{4}}} \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \gamma_n \left(\frac{1-(1-t)^{\frac{1}{4}}}{1+(1-t)^{\frac{1}{4}}} \right)^{4n}.$$

Die Reihe auf der rechten Seite dieser Gleichung ist aber für jeden (reellen oder complexen) Werth der Grösse t convergent und stellt eine analytische Function derselben dar, wenn man von den vier Werthen, die man für jeden bestimmten Werth von t der Potenz $(1-t)^{\frac{1}{4}}$ beilegen kann, einen so, wie folgt, fixirt.

Schliesst man von dem Gebiete einer unbeschränkt veränderlichen Grösse x die negativen reellen Werthe derselben, sowie auch die Stellen 0, ∞ aus, so giebt es unter den unendlich vielen Werthen, die der natürliche Logarithmus von x für einen bestimmten Werth dieser Grösse annehmen kann, immer einen, dessen zweite Coordinate zwischen

$$-\pi \text{ und } +\pi$$

liegt. Dieser Werth des Logarithmus soll im Folgenden überall unter $\log x$ verstanden werden; er ist innerhalb des definirten Bereichs der Veränderlichen x eine eindeutige analytische Function derselben, indem sich, wenn x' irgend eine bestimmte Stelle des Bereichs ist, eine Umgebung derselben angeben lässt, innerhalb welcher die Reihe

$$(3.)\qquad \log x' + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n}\left(\frac{x-x'}{x'}\right)^n$$

einen solchen Werth des nat. Logarithmus von x darstellt, dessen zweite Coordinate gleich der von $\log x'$ zwischen $-\pi$ und π liegt. Daraus ergiebt sich insbesondere, dass

$$(4.)\qquad \log x = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n}(x-1)^n$$

ist, wenn man die Grösse x auf den durch die Bedingung

$$|x-1| < 1$$

definirten Bereich beschränkt. Denn innerhalb dieses Bereichs sind die einander gleich gesetzten Ausdrücke beide eindeutige analytische Functionen von x; die Gleichung gilt daher für den ganzen Bereich, da sie nach dem eben Bemerkten für eine gewisse Umgebung der Stelle 1 besteht.

Wenn ferner x_0 eine bestimmte negative Grösse ist, so ist für die einer gewissen Umgebung der Stelle x_0 angehörigen Werthe von x die zweite Coordinate der Grösse

$$\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n}\left(\frac{x-x_0}{x_0}\right)^n$$

negativ oder positiv, je nachdem die zweite Coordinate von $x-x_0$ positiv oder negativ ist; man hat daher im ersten Falle

$$(5.)\qquad \log x = \log(-x_0) + \pi i + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n}\left(\frac{x-x_0}{x_0}\right)^n,$$

im zweiten dagegen

$$(6.)\qquad \log x = \log(-x_0) - \pi i + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n}\left(\frac{x-x_0}{x_0}\right)^n.$$

Hiernach kommt, wenn x der Stelle x_0 sich nähert, je nachdem dies von der positiven oder der negativen Seite der Strecke $(-\infty \ldots 0)$ her geschieht, $\log x$ der Grenze $\log(-x_0) + \pi i$ oder der Grenze $\log(-x_0) - \pi i$ unendlich nahe. Bezeichnet man die durch die Formel

$$\log(-x_0) + \pi i, \quad \log(-x_0) - \pi i$$

gegebenen Werthe von $\log x_0$ beziehlich mit

$$\log \overset{+}{x}_0 \text{ und } \log \bar{x}_0,$$

wo dann

$$\log \overset{+}{x}_0 = \log \bar{x}_0 + 2\pi i \tag{7.}$$

ist, so hat man also nach dem Vorstehenden für die einer gewissen Umgebung der Stelle x_0 angehörigen Werthe von x

$$\log x = \log \overset{\pm}{x}_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n} \left(\frac{x - x_0}{x_0}\right)^n, \tag{8.}$$

wo das obere oder untere Zeichen über x_0 gilt, je nachdem die zweite Coordinate von $x - x_0$ positiv oder negativ ist.

Aus der Definition von $\log \overset{+}{x}_0$, $\log \bar{x}_0$ erhellt übrigens, dass beide Grössen innerhalb der Strecke $(-\infty \ldots 0)$ stetige Functionen von x_0 sind.

Definirt man ferner, für die betrachteten Werthe von x und für einen beliebigen Exponenten m, die Potenz x^m durch die Gleichung

$$x^m = e^{m \log x}, \tag{9.}$$

so ergeben sich aus den Gleichungen (3, 4.) beziehlich die folgenden:

$$x^m = x'^m \cdot \sum_{n=0}^{\infty} (m)_n \left(\frac{x - x'}{x'}\right)^n, \quad \left((m)_n = \frac{(m, -1)^n}{(1, +1)^n}\right) \tag{10.}$$

$$x^m = \sum_{n=0}^{\infty} (m)_n (x - 1)^n; \tag{11.}$$

es ist also auch x^m eine eindeutige analytische Function von x.

Aus den Gleichungen (7, 8.) aber erhält man, wenn man für eine negative Grösse x_0

$$\left.\begin{aligned} (\overset{+}{x}_0)^m &= e^{m\pi i}(-x_0)^m \\ (\bar{x}_0)^m &= e^{-m\pi i}(-x_0)^m \end{aligned}\right\} \tag{12.}$$

setzt,

$$(\overset{+}{x}_0)^m = e^{2m\pi i} (\bar{x}_0)^m \tag{13.}$$

$$x^m = (\overset{\pm}{x}_0)^m \cdot \sum_{n=0}^{\infty} (m)_n \left(\frac{x - x_0}{x_0}\right)^n, \tag{14.}$$

wo das obere oder das untere Zeichen über x_0 gilt, jenachdem die zweite Coordinate von $x - x_0$ positiv oder negativ ist. Der Bereich von x, innerhalb dessen die Gleichungen (10, 11, 14.) gelten, ist derselbe wie bei den entsprechenden Gleichungen (5, 6, 8.)

Endlich erhellt aus der Definition der Grössen

$$(\overset{+}{x}_0)^m, \quad (\overset{-}{x}_0)^m,$$

dass beide innerhalb der Strecke $(-\infty\ldots 0)$ stetige Functionen von x_0 sind.

Nach dem Vorstehenden ist, wenn man jetzt unter t eine unbeschränkt veränderliche Grösse versteht,

$$(1-t)^{\frac{1}{4}}$$

eine Function, welche für jeden der Strecke $(1\ldots+\infty)$ nicht angehörigen Werth von t eindeutig definirt ist, während sie zwei Werthe hat, wenn t in der genannten Strecke angenommen wird. Setzt man, die Werthe $t=1$ und $t=\infty$ ausschliessend und mit ρ, σ reelle Grössen bezeichnend,

$$\log(1-t)=\rho+\sigma i,$$

so hat man

$$(1-t)^{\frac{1}{4}}=e^{\frac{1}{4}\rho}(\cos\tfrac{1}{4}\sigma+i\sin\tfrac{1}{4}\sigma),$$

und es ist daher, da σ in dem Intervall $(-\pi\ldots+\pi)$ liegt,

$$\left|1+(1-t)^{\frac{1}{4}}\right|^2-\left|1-(1-t)^{\frac{1}{4}}\right|^2=4e^{\frac{1}{4}\rho}\cos\tfrac{1}{4}\sigma>0.$$

Daraus folgt, dass der absolute Betrag von

$$\frac{1-(1-t)^{\frac{1}{4}}}{1+(1-t)^{\frac{1}{4}}}$$

stets kleiner als 1, und demgemäss die Reihe auf der Rechten der Gleichung (2.) für jeden Werth von t unbedingt convergent ist. Das Letztere gilt selbst noch, wenn man der Grösse t einen der ausgeschlossenen Werthe giebt, indem $\dfrac{1-(1-t)^{\frac{1}{4}}}{1+(1-t)^{\frac{1}{4}}}$ für $t=1$ den Werth 1, und für $t=\infty$ den Werth 1 hat.

Hiernach ist, wenn man nunmehr $\psi(t)$ durch die Gleichung

$$\psi(t)=\frac{1-(1-t)^{\frac{1}{4}}}{1+(1-t)^{\frac{1}{4}}}\cdot\sum_{n=0}^{\infty}\gamma_n\left(\frac{1-(1-t)^{\frac{1}{4}}}{1+(1-t)^{\frac{1}{4}}}\right)^{4n}$$

definirt, $\psi(t)$ eine Function, welche ebenso wie $\dfrac{1-(1-t)^{\frac{1}{4}}}{1+(1-t)^{\frac{1}{4}}}$ nur für die zwischen 1 und $+\infty$ liegenden reellen Werthe von t zwei Werthe hat, für jeden andern Werth von t aber eindeutig bestimmt ist. Dabei ist zu beachten, dass die beiden Werthe von $\psi(t)$, die zu einem zwischen 1 und $+\infty$ liegenden reellen Werthe von t gehören, conjugirte com-

plexe Grössen sind, wie sich aus den Gleichungen (12.) unmittelbar ergiebt.

Aus dem eben in Betreff der Function $\dfrac{1-(1-t)^{\frac{1}{4}}}{1+(1-t)^{\frac{1}{4}}}$ Bewiesenen ergiebt sich ferner, dass $\psi(1)=1$, $\psi(\infty)=-1$, für jeden von $1, \infty$ verschiedenen Werth der Grösse t aber

$$|\psi(t)| < \sum_{n=0}^{\infty} \gamma_n,$$

also

$$|\psi(t)| < 1 \text{ ist.}$$

Schliesst man vom Gebiete der Veränderlichen die der Strecke $(1 \ldots +\infty)$ angehörigen Stellen aus, so ist nach dem Vorstehenden nicht nur $(1-t)^{\frac{1}{4}}$ eine eindeutige analytische Function, sondern dasselbe gilt auch von den Functionen

$$\frac{1-(1-t)^{\frac{1}{4}}}{1+(1-t)^{\frac{1}{4}}},\ \psi(t),\ \vartheta_2^4(0,\psi(t)),\ \vartheta_3^4(0,\psi(t)),$$

und es besteht also die Gleichung (I, 27)

$$\vartheta_2^4(0,\psi(t)) = t\vartheta_3^4(0,\psi(t)),$$

deren Richtigkeit für die zwischen 0 und 1 enthaltenen reellen Werthe von t nachgewiesen worden ist, für jeden der jetzt betrachteten Werthe dieser Grösse.

Ist ferner t_1 ein zwischen 1 und $+\infty$ liegender reeller Werth von t und setzt man, unter x eine positive Veränderliche verstehend,

$$\psi(\overset{+}{t_1}) = \operatorname*{Lim}_{x=0} \cdot \psi(t_1+x),\quad \psi(\overset{-}{t_1}) = \operatorname*{Lim}_{x=0} \cdot \psi(t_1-x),$$

so sind $\psi(\overset{+}{t_1})$, $\psi(\overset{-}{t_1})$ die beiden Werthe von $\psi(t)$ für $t=t_1$. Da nun $\psi(t_1+x)$, $\psi(t_1-x)$ sich stetig mit x ändern, und die absoluten Beträge von $\psi(\overset{+}{t_1})$, $\psi(\overset{-}{t_1})$ beide kleiner als 1 sind, so erhellt, dass die vorstehende Gleichung auch noch für $t=t_1$ gilt, welchen von ihren beiden Werthen man auch der Grösse $\psi(t_1)$ geben mag.

Damit ist nun bewiesen:

Wird die Function $\psi(t)$ so, wie im Vorstehenden angegeben worden, definirt, so erhält man für jeden Werth der Veränderlichen t, mit Ausschluss von $t=1$ und $t=\infty$, einen die Gleichung

$$\left(\frac{\vartheta_2(0,q)}{\vartheta_3(0,q)}\right)^4 = t$$

befriedigenden Werth der Grösse q, wenn man

$$q = \psi(t) = \frac{1-(1-t)^{\frac{1}{4}}}{1+(1-t)^{\frac{1}{4}}} \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \gamma_n \left(\frac{1-(1-t)^{\frac{1}{4}}}{1+(1-t)^{\frac{1}{4}}}\right)^{4n}$$

setzt, wobei man, wenn t einen zwischen 1 und $+\infty$ enthaltenen reellen Werth hat, sowohl den einen als den andern der zugehörigen Werthe von $\psi(t)$ nehmen kann.

Die Coefficienten γ_n können entweder auf die im Vorhergehenden angegebene Weise oder auch durch folgendes Verfahren berechnet werden.

Nach der oben unter (1.) gegebenen Formel hat man für die dort betrachteten Werthe von t

$$\psi(t)^{\frac{1}{4}} = (\gamma_0 + \gamma_1 t + \gamma_2 t^2 + \ldots) t^{\frac{1}{4}},$$

also, wenn man

$$t^{\frac{1}{4}} = \xi, \quad \psi(t)^{\frac{1}{4}} = \eta$$

setzt,

$$2\eta(1 + \sum_{\nu=1}^{\infty} \eta^{4\nu(\nu+1)}) = \xi(1 + \sum_{\nu=1}^{\infty} 2\eta^{4\nu\nu})$$

oder

$$\eta = \frac{\xi}{2} + \sum_{\nu=1}^{\infty} (\xi\eta^{4\nu\nu} - \eta^{(2\nu+1)(2\nu+1)}).$$

Hieraus ergiebt sich, wenn man

$$\eta_n = \sum_{m=0}^{n} \gamma_m \xi^{4m+1} \qquad (n = 0, 1 \ldots \infty)$$

setzt, $\gamma_0 = \frac{1}{2}$ und

$$\gamma_{n+1} = \sum_{\nu=1}^{\infty} \left[\xi\eta_n^{4\nu\nu} - \eta_n^{(2\nu+1)(2\nu+1)}\right]_{\xi^{4n+3}},$$

wobei von der Summe nur diejenigen Glieder in Betracht kommen, in denen $4\nu\nu < 4n + 3$ ist. Mittels dieser Formel erhält man

$$\gamma_0 = \frac{1}{2}, \quad \gamma_1 = \frac{2}{2^5}, \quad \gamma_2 = \frac{15}{2^9}, \quad \gamma_3 = \frac{150}{2^{13}} \text{ u. s. w.}^{[1]}$$

---

[1] Die Formel

$$q = \sum_{n=0}^{\infty} \gamma_n \left(\frac{1-(1-k^2)^{\frac{1}{4}}}{1+(1-k^2)^{\frac{1}{4}}}\right)^{4n+1}$$

habe ich seit vielen Jahren in meinen Vorlesungen über die elliptischen Functionen gegeben, aber auf eine andere Art wie hier abgeleitet. Wendet man von ihr nur die r ersten Glieder an, so ist der Fehler, den man begeht, dem absoluten Betrage nach kleiner als

$$(1 - \sum_{n=0}^{r-1} \gamma_n) \cdot \left|\frac{1-(1-k^2)^{\frac{1}{4}}}{1+(1-k^2)^{\frac{1}{4}}}\right|^{4r+1}.$$

Vergl. die »Formeln und Lehrsätze zum Gebrauch der elliptischen Functionen« von H. A. Schwarz, S. 56.

III.

Es soll jetzt gezeigt werden, wie man sämmtliche Werthe von q findet, die für einen und denselben Werth von t die Gleichung

$$(1.)\qquad \left(\frac{\vartheta_2(0,q)}{\vartheta_3(0,q)}\right)^4 = t$$

befriedigen. Dazu ist erforderlich, dass man für jede ϑ-Function alle Werthe des Arguments kenne, für welche dieselbe bei einem gegebenen Werth von q verschwindet. Diese Werthe lassen sich sowohl durch Umwandlung der ϑ-Reihen in unendliche Producte (wozu die in den *Fund. nov.* hergeleitete identische Gleichung

$$\prod_{n=1}^{\infty}(1-q^{2n})(1+q^n z)(1+q^n z^{-1}) = \sum_{\nu=-\infty}^{+\infty} q^{\nu\nu} z^{\nu}$$

dient) als auch, wenn man nur die von JACOBI in der mehrgenannten Abhandlung entwickelten Sätze benutzen will, auf folgende Weise finden.

Aus der Gleichung[1]

$$\frac{\vartheta'(y)}{\vartheta(y)} + \frac{1}{2}\frac{d}{dx}\log\frac{\vartheta_1(x-y)}{\vartheta_1(x+y)} = \frac{\vartheta_1(y)\vartheta_2(y)\vartheta_3(y)\vartheta^2(x)}{\vartheta(y)\vartheta_1(x+y)\vartheta_1(x-y)},$$

welche sich im ersten Bande der JACOBI'schen Werke auf S. 536 unter (I, 4) findet, ergiebt sich, wenn man beide Seiten nach Potenzen von y entwickelt, durch Vergleichung der Anfangsglieder

$$(2.)\qquad \frac{\vartheta''(0)}{\vartheta(0)} - \frac{d^2\log\vartheta_1(x)}{dx^2} = \frac{\vartheta_2(0)\vartheta_3(0)\vartheta^2(x)}{\vartheta_1^2(x)}.$$

Ist nun ω irgend ein Werth, für den $\vartheta_1(\omega) = 0$ ist, so folgt aus der vorstehenden Gleichung, dass der Quotient $\frac{\vartheta_1(x)}{\vartheta(x)}$ für $x = \omega$ jedenfalls verschwindet, während aus den Gleichungen (2., 3.) auf S. 511 a. a. O. erhellt, dass $\frac{\vartheta_2(x)}{\vartheta(x)}, \frac{\vartheta_3(x)}{\vartheta(x)}$ für $x = \omega$ von Null verschiedene, endliche Werthe haben. Aus der Formel für $\frac{\vartheta_1(x+y)}{\vartheta(x+y)}$ (S. 513 a. a. O.) ergiebt sich hiernach

$$\frac{\vartheta_1(x+\omega)}{\vartheta(x+\omega)} = \pm\frac{\vartheta_1(x)}{\vartheta(x)},$$

und man hat also

$$\frac{d^2\log\vartheta_1(x+\omega)}{dx^2} = \frac{d^2\log\vartheta_1(x)}{dx^2},$$

woraus

$$(3.)\qquad \vartheta_1(x+\omega) = Ce^{-2\nu\pi i}\vartheta_1(x)$$

folgt, wo C, ν von x unabhängige Grössen bezeichnen.

[1] Bei den folgenden Formeln ist vorausgesetzt, dass in allen vorkommenden ϑ-Functionen die Grösse q denselben Werth habe.

Aus den Gleichungen (3.) auf S. 502 a. a. O. erhält man

(4.) $\vartheta_1(x+\pi) = -\vartheta_1(x)\,,\ \vartheta_1(x - i\log q) = -q^{-1}e^{-2xi}\vartheta_1(x)$;

setzt man also in (3.) $x+\pi$, $x - i\log q$, und in (4.) $x+\omega$ für x, so ergeben sich die Gleichungen

$$\vartheta_1(x+\omega+\pi) = -e^{-2\nu\pi i}\cdot Ce^{-2\nu xi}\vartheta_1(x)$$
$$\vartheta_1(x+\omega+\pi) = -Ce^{-2\nu xi}\vartheta_1(x)$$
$$\vartheta_1(x+\omega - i\log q) = -e^{2\nu\log q}\cdot q^{-1}Ce^{-2(\nu+1)xi}\vartheta_1(x)$$
$$\vartheta_1(x+\omega - i\log q) = -e^{2\omega i}\cdot q^{-1}Ce^{-2(\nu+1)xi}\vartheta_1(x).$$

Es muss also sein

$$e^{2\nu\pi i} = 1\,,\ e^{2\omega i} = e^{-2\nu\log q}\,,$$

und somit

(5.) $$\omega = \mu\pi - \nu i\log q\,,$$

wo μ, ν ganze Zahlen bedeuten. Umgekehrt ist, wie aus den Gleichungen (4.) leicht abgeleitet werden kann, stets

$$\vartheta_1(\mu\pi - i\nu\log q) = 0\,,$$

wenn μ, ν beliebige ganze Zahlen sind.

Aus der Gleichung

$$\vartheta_1(\omega+x) = Ce^{-2\nu xi}\vartheta_1(x)$$

ist ersichtlich, dass $\vartheta_1'(\omega)$ nicht gleich Null ist, die Gleichung $\vartheta_1(x) = 0$ also nur einfache Wurzeln hat. Da ferner

$$\vartheta_1(x+\tfrac{1}{2}\pi) = \vartheta_2(x)$$
$$\vartheta_1\left(x - \frac{i}{2}\log q\right) = iq^{-\frac{1}{4}}e^{-xi}\vartheta(x)$$
$$\vartheta_1\left(x + \tfrac{1}{2}\pi - \frac{i}{2}\log q\right) = iq^{-\frac{1}{4}}e^{-xi}\vartheta_3(x)\,,$$

so werden sämmtliche Wurzeln der Gleichungen

$$\vartheta_2(x) = 0\,,\ \vartheta(x) = 0\,,\ \vartheta_3(x) = 0$$

beziehlich durch die Formeln

$$(\mu+\tfrac{1}{2})\pi - i\nu\log q\,,\ \mu\pi - i(\nu+\tfrac{1}{2})\log q\,,\ (\mu+\tfrac{1}{2})\pi - i(\nu+\tfrac{1}{2})\log q$$

gegeben, und es hat jede dieser Gleichungen ebenfalls nur einfache Wurzeln. Der Werth von $\log q$ kann in den vorstehenden Formeln beliebig fixirt werden.

Setzt man nun

(6.) $$\begin{cases} x = \dfrac{u}{\vartheta_3^2(0,q)} \\ f(u,q) = \dfrac{\vartheta_3(0,q)\,\vartheta_1(x,q)}{\vartheta_2(0,q)\,\vartheta(x,q)} \\ f_1(u,q) = \dfrac{\vartheta(0,q)\,\vartheta_2(x,q)}{\vartheta_2(0,q)\,\vartheta(x,q)} \\ f_2(u,q) = \dfrac{\vartheta(0,q)\,\vartheta_3(x,q)}{\vartheta_3(0,q)\,\vartheta(x,q)}\,. \end{cases}$$

so sind $f(u,q), f_1(u,q), f_2(u,q)$ eindeutige Functionen der Grössen u und q, und es bestehen für dieselben, wenn man

$$t = \left(\frac{\vartheta_2(0,q)}{\vartheta_3(0,q)}\right)^4$$

setzt, die folgenden Gleichungen:

$$(7.)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial f(u,q)}{\partial u} = f_1(u,q) f_2(u,q), \quad \dfrac{\partial f_1(u,q)}{\partial u} = -f(u,q) f_2(u,q), \quad \dfrac{\partial f_2(u,q)}{\partial u} = -t f(u,q) f_1(u,q) \\ f(0,q) = 0, f_1(0,q) = 1, f_2(0,q) = 1. \end{cases}$$

Beschränkt man die Veränderliche u auf eine gewisse Umgebung der Stelle 0, so können $f(u,q), f_1(u,q), f_2(u,q)$ in der Form gewöhnlicher Potenzreihen dargestellt werden. Die Coefficienten dieser Reihen ergeben sich aus den Gleichungen (7.), und zwar als ganze rationale Functionen der Grösse t, in denen die Coefficienten rationale Zahlen sind. Wenn es daher zwei Grössen q, q_1 giebt, zu denen derselbe Werth von t gehört, so erhält man für $f(u,q_1), f_1(u,q_1), f_2(u,q_1)$ dieselben Reihen wie für $f(u,q), f_1(u,q), f_2(u,q)$, woraus sich in bekannter Weise folgern lässt, dass für jeden endlichen Werth von u die Gleichungen

$$(8.)\quad f(u,q_1) = f(u,q), \; f_1(u,q_1) = f_1(u,q), \; f_2(u,q_1) = f_2(u,q')$$

gelten.

Nun wird nach dem Vorhergehenden

$$(9.)\quad \begin{cases} f(u,q) = 0 \text{ für } u = (\mu\pi - \nu i \log q)\, \vartheta_3^2(0,q) \\ f_1(u,q) = 0 \text{ für } u = \left((\mu + \tfrac{1}{2})\pi - \nu i \log q\right) \vartheta_3^2(0,q) \\ \dfrac{1}{f(u,q)} = 0 \text{ für } u = \left(\mu\pi - (\nu + \tfrac{1}{2})\, i \log q\right) \vartheta_3^2(0,q) \\ f_2(u,q) = 0 \text{ für } u = \left((\mu + \tfrac{1}{2})\pi - (\nu + \tfrac{1}{2})\, i \log q\right) \vartheta_3^2(0,q), \end{cases}$$

wenn unter μ, ν beliebig anzunehmende ganze Zahlen verstanden werden. Zugleich gilt, dass jede der vorstehenden vier Functionen **nur** für die angegebenen Werthe von u verschwindet.

In Folge der Gleichungen $f_1(u,q) = f_1(u,q_1), f(u,q) = f(u,q_1)$ wird nun

$$f_1(u,q) = 0 \text{ auch für } u = \frac{\pi}{2}\vartheta_3^2(0,q_1)$$

und

$$\frac{1}{f(u,q)} = 0 \text{ auch für } u = -\frac{i}{2}\vartheta_3^2(0,q_1)\log q_1;$$

es müssen sich also vier ganze Zahlen $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ so bestimmen lassen, dass

$$(10.)\quad \begin{cases} \pi\vartheta_3^2(0,q_1) = \vartheta_3^2(0,q)\cdot\left((2\alpha+1)\pi - 2\beta i \log q\right) \\ -i\vartheta_3^2(0,q_1)\log q_1 = \vartheta_3^2(0,q)\cdot\left(2\gamma\pi - (2\delta+1)\, i \log q\right). \end{cases}$$

ist. Aber ebenso muss es vier ganze Zahlen $\alpha', \beta', \gamma', \delta'$ geben, für welche die Gleichungen

$$(11.)\quad \begin{cases} \pi \vartheta_3^2(0, q) = \vartheta_3^2(0, q_1) \cdot \big((2\alpha' + 1)\pi - 2\beta' i \log q_1\big) \\ -i\vartheta_3^2(0, q) \log q = \vartheta_3^2(0, q_1) \cdot \big(2\gamma'\pi - (2\delta' + 1) \log q_1\big) \end{cases}$$

gelten. Aus diesen vier Gleichungen ergiebt sich, wenn man $\varepsilon = (2\alpha' + 1)(2\delta' + 1) - 4\beta'\gamma'$ setzt,

$$\vartheta_3^2(0, q) \cdot \left(\left(2\alpha + 1 - \frac{2\delta' + 1}{\varepsilon}\right)\pi - \left(2\beta + \frac{2\beta'}{\varepsilon}\right) i \log q\right) = 0$$

$$\vartheta_3^2(0, q) \cdot \left(\left(2\gamma + \frac{2\gamma'}{\varepsilon}\right)\pi - \left(2\delta + 1 - \frac{2\alpha' + 1}{\varepsilon}\right) i \,\mathrm{loq}\, q\right) = 0;$$

diese Gleichungen können aber, da $\vartheta_3(0, q)$ und der reelle Theil von $\log q$ stets von Null verschiedene Werthe haben, nur bestehen, wenn

$$2\alpha + 1 = \frac{2\delta' + 1}{2}, \quad 2\beta = -\frac{2\beta'}{\varepsilon}, \quad 2\gamma = -\frac{2\gamma'}{\varepsilon}, \quad 2\delta + 1 = \frac{2\alpha' + 1}{\varepsilon}$$

ist; folglich muss

$$(2\alpha + 1)(2\delta + 1) - 4\beta\gamma = \frac{1}{\varepsilon},$$

also

$$\varepsilon = \pm 1, \quad (2\alpha + 1)(2\delta + 1) - 4\beta\gamma = \pm 1$$

sein.

Aus (11.) ergiebt sich nun

$$(12.)\qquad \frac{1}{\pi i} \log q_1 = \frac{2\gamma + \dfrac{2\delta + 1}{\pi i} \log q}{2\alpha + 1 + \dfrac{2\beta}{\pi i} \log q}.$$

Damit q, q_1 dem absoluten Betrage nach kleiner als 1 seien, ist erforderlich, dass die zweite Coordinate von $\frac{1}{\pi i} \log q$ sowohl als von $\frac{1}{\pi i} \log q_1$ positiv ist, und das Letztere findet in Folge des Ersteren nur statt, wenn $(2\alpha + 1)(2\delta + 1) - 4\beta\gamma$ einen positiven Werth hat. Es muss also

$$(13.)\qquad (2\alpha + 1)(2\delta + 1) - 4\beta\gamma = 1$$

sein.

Nimmt man nun $q = \psi(t)$, so ist durch das Vorstehende bewiesen:

Bedeuten $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ ganze Zahlen, unter denen die Relation (13.) besteht, so sind alle für einen gegebenen Werth von t die Gleichung

$$\left(\frac{\vartheta_2(0, q)}{\vartheta_3(0, q)}\right)^4 = t$$

befriedigende Werthe von q in der Formel

$$e^{\frac{2\gamma\pi i + (2\delta + 1) \log \psi(t)}{(2\alpha + 1)\pi i + 2\beta \log \psi(t)}}$$

enthalten. Dabei sind jedoch die Werthe $t = 0, 1, \infty$ auszuschliessen.

Es bleibt aber noch zu untersuchen, ob man durch diese Formel, wenn man in ihr für $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ beliebige, der angegebenen Bedingung genügende ganze Zahlen setzt, stets einen die in Rede stehende Gleichung befriedigenden Werth von q erhält. Dass dies wirklich der Fall ist, lässt sich leicht durch die Theorie der sogenannten linearen Transformation der ϑ-Functionen begründen, kann aber auch bloss mit Heranziehung der Formeln, mittels welcher sich die elliptischen Functionen des Arguments ui und des Moduls k auf die Functionen des Arguments u und des Moduls $k' = \sqrt{1-k^2}$ zurückführen lassen, nachgewiesen werden. Dies will ich im Folgenden ausführen.

(Schluss folgt.)

Verbesserungen.

Die Gleichung (I, 27.) dieser Abhandlung (S. 202) muss lauten:

$$\left(1 + 2\psi(t) + 2\psi^4(t) + 2\psi^9(t) + \ldots\right)^4 \cdot t = 16\psi(t)\left(1 + \psi^2(t) + \psi^6(t) + \ldots\right).$$

Ferner a. S. 203 Z. 3 muss es heissen:

$$q = \sum_{n=0}^{\infty} \gamma_n k^{2n+2}.$$

Ausgegeben am 1. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1883.

XI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

1. März. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Dillmann las die in einem der nächsten Berichte mitzutheilende Abhandlung: Beiträge aus dem Buche der Jubiläen zur Kritik des Pentateuch-Textes.

2. Hr. Prof. Hirschfeld in Königsberg übersendet Photographien von Gegenden und Denkmälern, die er auf seiner im Auftrage der Akademie ausgeführten kleinasiatischen Reise aufgenommen hat.

3. Hr. Weber legte im Auftrage des Verfassers das Werk des Dr. Paul Deussen, Privatdocenten hierselbst: Das System des Vedânta nach den Brahma-Sûtra's des Bâdarâyaṇa und dem Commentar des Çaṅkara über dieselben vor, und knüpfte daran einige den Werth der Arbeit hervorhebende Bemerkungen.

4. Hr. Rammelsberg überreichte die von Hrn. E. Habich, Director der Escuela de construcciones civiles y de minas in Lima, eingesandten beiden ersten Bände der von diesem Institut herausgegebenen *Anales de construcciones civiles y de minas del Perú*.

5. Die von der philosophisch-historischen Classe beschlossene Verwendung eines weitern Betrages von 2300 Mark für das akademische Aristoteles-Unternehmen wird durch Erlass des vorgeordneten Königl. Ministeriums von 24. Februar genehmigt.

Ausgegeben am 8. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1883.

XII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

8. März. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Hofmann las über das Conhydrin und seine Abkömmlinge.

2. Hr. von Helmholtz legte eine Mittheilung des correspondirenden Mitgliedes Hrn. Kundt in Strassburg über eine einfache Methode zur Untersuchung der Thermo-Elektricität und Piezo-Elektricität der Krystalle vor, die mit dem nächsten Sitzungsbericht der Classe zur Ausgabe gelangen wird.

Ausgegeben am 15. März.

1883.
XIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

8. März. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

Hr. von Sybel las den zweiten Theil seiner Abhandlung über Vorbereitung und Ausbruch der polnischen Revolution von 1863.

Ausgegeben am 15. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1883.
XIV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

15. März. Öffentliche Sitzung zur Vorfeier des Geburtstages Seiner Majestät des Kaisers und Königs.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

Der vorsitzende Secretar eröffnete die Sitzung, an welcher der vorgeordnete Minister Hr. von Gossler Excellenz theilnahm, mit folgender Festrede:

Wiederum naht ein Jahr der Vollendung mit dem Tage, an welchem jedes preussische und deutsche Herz in besonderer Stärke und Innigkeit die Zusammengehörigkeit mit dem Herrscherhause der Hohenzollern empfindet, die für das preussische Volk in der Tradition von Jahrhunderten eines der höchsten vaterländischen Güter geworden ist. Wiederum naht der Tag, welcher in unseren Zeiten gleichmässig wie im Mittelpunkt, so bis zu den entferntesten Grenzen des Deutschen Reichs und weit darüber hinaus seinen in allen Welttheilen verbreiteten Angehörigen ein Festtag ist, an welchem gemeinsam diesem Gefühl der Zusammengehörigkeit und den Empfindungen der Dankbarkeit und der Treue Ausdruck zu geben eine nun schon so lange gepflogene und lieb gewordene Gewohnheit aller Deutschen geworden ist, dass unser schnell lebendes Geschlecht erst dann sich wieder dessen lebendig erinnert, dass es jemals anders war, wenn gerade dieser Tag auffordert,

sich ganz vor die Seele zu rufen, was Kaiser Wilhelm dem deutschen Volke ist.

Zum dritten Mal im dritten Zehnt vereinigt sich heute diese Körperschaft zur Feier des 22. März, des Frühlingsanfangs im Jahre, der zugleich den Beginn des Frühlings symbolisirt, den Kaiser Wilhelm für einen neuen Lebensabschnitt des deutschen Volkes heraufgeführt hat. In ähnlichem Zusammenhange ist an dieser Stelle früher einmal dessen gedacht, wie dieser Frühling gleich seinem Bruder in der Eintheilung der Jahreszeiten nur unter Sturmesbrausen hat einziehen können, damals, als diess Brausen noch voll in unserm Ohre nachklang. Heute erfüllt es uns, die in unserm besondern Beruf als Hüter und Mehrer der wissenschaftlichen Überlieferung die friedliche Seite der Regententhätigkeit näher angeht, mit besonderer Freude und besonderm Dank gegen die höchste Vorsehung, dass unserm erhabenen Protector nach jenen Stürmen noch eine so weit über die Grenzen gewöhnlichen Maasses erstreckte Reihe von Jahren des frohen Rückblicks auf die in vielfachem Kampf und Sieg erreichten hohen Ziele, der stätigen friedlichen Fortsetzung seiner unablässigen Fürsorge für das Wohl des Vaterlandes beschieden gewesen ist; heute ist diese Reihe schon länger als das kriegerische Decennium, welches die Herrschaft unseres Landesherrn als preussischen Königs und Feldherrn des Norddeutschen Bundes eröffnete, und ihr noch eine gleich gesegnete Friedensreihe von Kaiserjahren sich anschliessen zu sehen, ist ebenso sehr unser innigster Wunsch, wie wir mit der frohesten Hoffnung darauf in das neue Lebensjahr unseres Allerhöchsten Herrn eintreten dürfen.

Sehen wir heute zurück auf den Verlauf des nächster Tage zu Ende gehenden Jahres, so müssen wir wiederum sagen, es ist Mühe und Arbeit gewesen, denn wie könnte bei der hohen Auffassung ihrer Stellung, welche die Fürsten aus hohenzollerschem Geschlecht seit undenklichen Zeiten vor ihres Gleichen auszeichnet, ein Jahr ihrer Regierung anders ausgefüllt sein, als von der ernstesten Mühe, der hingebendsten Arbeit in der Erfüllung der erhabenen Aufgaben ihres Berufs. Aber es ist auch köstlich gewesen in dem Erfolg von Mühe und Arbeit, denn wenn wieder einem Jahre unter hochgespannten Verhältnissen zwischen den Völkern Europas die Segnungen des Friedens erhalten sind, so danken diess wiederum dem gerechten, versöhnlichen und versöhnenden Sinn, dem einsichtsvollen und festen Walten unseres Kaisers alle guten Genien europäischer Cultur, die zwar nicht ein für alle Mal der Güter höchstes im politischen Frieden suchen darf, aber desselben gerade jetzt noch auf lange hinaus zu bedürfen scheint, um durch unbehinderte Entwickelung und Verwendung der Mittel ihrer moralischen Macht die ihr ringsum entstandenen verblendeten Gegner,

deren schon mehrmals hier bei gleichem Anlass Erwähnung zu thun war, zu dauernder Unterwerfung zu zwingen. Eingehender der im speciellern Sinne politischen Geschichte des letzten Regierungsjahres Sr. Majestät zu gedenken, ist nicht am Orte, wenn die Akademie den Beginn des neuen feiert; dagegen gibt sie am heutigen Tage ihrem Mitgefühl an allem für den Herrscher persönlich Frohen und Traurigen den Ausdruck innigster Empfindung; denn sie durfte, gemeinsam mit jedem getreuen Bürger des preussischen Staats und des deutschen Reichs, aber auf Grund ihrer alttraditionellen nahen Verbindung mit dem Herrscherhause in nachbarlich froher, besonders warmer Theilnahme sich der Ereignisse freuen, welche das ablaufende Jahr für ihren kaiserlichen Herrn im eigenen Hause köstlich gemacht haben, musste aber auch mit ihm und für ihn tiefbekümmert mitempfinden, wenn das Schicksal, das für alle Sterbliche das Leid der Freude gleichmässig gesellt, der Mühe und Arbeit dieses Jahres auch Sorge und Trauer hinzufügte.

Ganz im besondern aber liegt es im Beruf der Akademie der Wissenschaften, bei der Feier des Allerhöchsten Geburtsfestes dessen zu gedenken, was unter den Auspicien von Kaiser und König, sei es im Reich oder im engern Vaterlande, zur Pflege und Förderung der Wissenschaften geschehen ist, und die im endenden Jahre neu ersprossenen Zweige dem vollen Kranze einzuflechten, welcher ein Ruhmessymbol auch für Kaiser WILHELM's Friedensregierung ist. Wiederholt und mit Vorliebe ist solches an dieser Stelle geschehen, wenn die Akademie selbst der Gegenstand besonderer Allerhöchster Fürsorge gewesen war, oder an einem umfassendern Act vaterländischer Förderung der Wissenschaft sich hatte mitbetheiligen dürfen, oder wenn der Festredner frischer Freude über ausnehmend erwünschten Vorschub Ausdruck geben wollte, den das von ihm vertretene besondere Fach erfahren hatte. So habe ich bei früherm Anlass unter diesem Gesichtspunkt constatirt, wie viel die Astronomie seit Generationen der erleuchteten und liberalen Fürsorge preussischer Könige verdankt, wie der Regierung des ersten preussisch-deutschen Kaisers aber die gegenwärtig in Deutschland wirkenden Astronomen ganz besonders verpflichtet sind durch die grossartigen Stiftungen und Unternehmungen zum Besten ihres Fachs, durch welche einer vielfach schmerzlich empfundenen Inferiorität Deutschlands gegenüber manchen anderen Völkern in der Fülle und Macht der Forschungsmittel und einer nicht verdienten Beschämung über den dadurch bedingten Ausschluss von lockenden Gebieten internationaler Wettbewerbung ein Ende gemacht wurde. Ich hatte damals im Anschluss an einen weiter reichenden historischen Rückblick auf die Schöpfung des eben erstandenen glänzend ausgestatteten

Instituts für astrophysikalische Forschung in Potsdam, auf die damals noch in der Errichtung begriffene, jetzt seit Jahresfrist vollendete grossartige Sternwarte der Kaiser Wilhelm-Universität, und auf die Ausführung grosser Expeditionen zur Beobachtung des Venus-Durchgangs vom 8. December 1874 als auf die Grossthaten der Regierung Sr. Majestät des Kaisers und Königs hinzuweisen, durch welche die deutschen Astronomen wieder mit den Fachgenossen der bevorzugtesten Länder auf völlig gleichen Fuss gestellt worden waren.

Auf die letztgenannte wichtige Himmelserscheinung glaube ich bei der heutigen Veranlassung etwas eingehender zurückkommen zu dürfen. Sie wissen, dass dieselbe vor drei Monaten sich wiederholt hat, nunmehr aber erst nach einem Zeitraum von 121 Jahren wieder vorkommen wird, so dass den lebenden Astronomen die Verpflichtung oblag, die auf so lange hinaus letzte Gelegenheit zur wissenschaftlichen Verwerthung dieses Phänomens nach Möglichkeit auszunutzen. Es sind in Anerkennung dieser Verpflichtung auch vom Deutschen Reich wie das vorige Mal Expeditionen nach fernen Gegenden des Erdballs ausgesandt worden, die ganz kürzlich zurückgekehrt sind, so dass heute von ihnen zu sprechen dem Gegenstande nach zeitgemäss erscheint. Und wenn durch die Gewährung der beträchtlichen für die Ausführung des Unternehmens benöthigten Mittel die deutschen Astronomen in dem abgelaufenen Jahre aufs neue in hohem Maasse der Regierung Sr. Majestät des Kaisers Wilhelm zu dem Dank verpflichtet worden sind, dem heute Ausdruck zu geben so allgemein sich ziemt, so liegt noch ein besonderer Anlass, des Unternehmens am Festtage des deutschen Kaisers zu gedenken, für den daran Betheiligten in der frischen Empfindung und unmittelbaren Wahrnehmung des mächtigen Rückhalts und der festen Stütze, welche die Zugehörigkeit zu dem neu gegründeten Reich den ausgesandten Forschern im fernsten Auslande gewährt; und ein besonderer Umstand, der es rechtfertigt, in der Festsitzung der preussischen Akademie von der Ausführung dieses Unternehmens zu berichten, ist darin gegeben, dass sie an dieser Ausführung wie 1874 so auch 1882 ihren selbständigen Antheil gehabt hat.

Die dieser Festsitzung gesteckten Grenzen gestatten nicht, hier die Zwecke aus einander zu setzen, um die es sich bei der Beobachtung der Venus-Durchgänge handelt, die Methoden zu erläutern, welche dabei zur Anwendung kommen, die so umfangreichen Arbeiten zu beschreiben, welche 1761 und 1769 zur Verwerthung der ältesten unter diesen Methoden gemacht sind, und welche 1874 auf gleich grossem Fusse zur verfeinerten Anwendung derselben Methode und zur Benutzung zweier seitdem gewonnenen neuen Messungsverfahren

ausgeführt sind, die Resultate aufzuzählen, welche dadurch erlangt sind, und die Zuverlässigkeit festzustellen, welche dieselben beanspruchen können. Es ist diess auch nicht nöthig, denn über alle diese Gegenstände ist theils um die Zeit des Durchgangs von 1874, theils in der jüngsten Vergangenheit vielfach auch weiteren Kreisen berichtet worden. Ich muss nur kurz die Sachlage constatiren, welche sich nach dem Durchgang von 1874 ergeben hat. Derselbe hat unzweifelhaft einen wichtigen Beitrag zur Bestimmung der Sonnenentfernung geliefert, aber in so fern den Erwartungen nicht entsprochen, als die Astronomen überwiegend geglaubt hatten, durch ihn, event. unter späterer Zuhülfenahme des Durchgangs von 1882, eine für die Gegenwart und eine lange Reihe künftiger Decennien abschliessende Bestimmung jener wichtigen Constante zu erlangen, von bedeutend grösserer Genauigkeit, als irgend eine der anderen, neuen, in den letzten Decennien nicht ohne Erfolg versuchten Methoden zu erreichen gestattete. Diese Erwartung wurde 1874 von der Wiederholung des alten Verfahrens, das darin besteht die Zeiten der Antritte der Venusscheibe an den Sonnenrand zu beobachten, in Folge einer die Beobachter bei den wichtigeren inneren Berührungen überraschenden Wirkung der Atmosphäre der Venus vollständig getäuscht. Es zeigte sich die Planetenscheibe von einem Lichtsaum umgeben, welcher eine so allmähliche Vermittelung zwischen ihrem dunkeln Grunde und dem hellen Sonnenrand herstellte, dass eine scharfe Auffassung des Moments, in welchem die beiden Körper sich berührten, auch für unsere seit 1769 so hoch vervollkommneten Hülfsmittel unmöglich wurde. Zum Theil waren die Schwierigkeiten dieser Beobachtung vorausgesehen, und die deutschen Astronomen hatten deshalb von vorn herein eine andere Beobachtungs-Methode, vermittelst der sogenannten Heliometer, in den Vordergrund gestellt. Diese Instrumente, ursprünglich zur Messung des Sonnendurchmessers construirt und von da ihren Namen behaltend, haben in den ersten Decennien dieses Jahrhunderts durch unsern grossen Optiker Fraunhofer und seitdem noch weiter eine so hohe Vervollkommnung erhalten, dass sie das feinste Werkzeug für die Messung kleinerer Bogen am Himmel geworden sind. Ihre Anwendung, von unseren grossen Meistern, Gauss, Bessel und Hansen, mit Vorliebe ausgebildet, ist fast ein Monopol der deutschen Astronomen geblieben, bis die von uns für 1874 gemachten Vorschläge und Nachweise die Aufmerksamkeit weiterer Kreise hervorragend auf diess Instrument gelenkt haben. Mit demselben sollten, zu irgend welchen Zeiten im ganzen Verlauf des Durchgangs, also, was an sich schon einen ungeheuern Vortheil ergab, viel unabhängiger von den Launen der Witterung als die an feste auf Secunden beschränkte

Zeiten gebundenen Contactbeobachtungen. Entfernungen zwischen dem Mittelpunkt der Sonne und dem für die correspondirenden Stationen um verschiedene Beträge dagegen verschobenen Mittelpunkt des Planeten gemessen werden. In der That haben nun die von uns 1874 ausgesandten Instrumente dieser Art den gehegten Erwartungen genügend entsprochen, aber die Bestimmung der Sonnenentfernung hat aus den damit gemachten Beobachtungen nicht den voll entsprechenden Gewinn ziehen können. Wir hatten nämlich von unseren vier Heliometern drei nach der Südhalbkugel gesandt, und zwei fremdländische Expeditionen hatten sich gleichfalls dort unserm Beobachtungsplane angeschlossen. Für den Norden musste gleich gut gesorgt werden, wir sandten aber nur ein Heliometer dorthin, weil die russischen Collegen sich gleichfalls unserer Methode bedienen wollten und drei ganz neue und den unsrigen noch überlegene Heliometer auf ihrem eigenen Gebiete aufstellten. Ihre Stationen hatten aber Unglück, theils durch das Wetter, theils durch Schäden, welche der lange Landtransport in das Innerste Sibiriens den empfindlichen Messapparaten zufügte, und so lieferte schliesslich nur unsere einzige nördliche Heliometer-Station ohne unabhängige Controle und Bestätigung und deshalb nicht ausreichend Material zur Vergleichung mit den im Süden vollständig genug gelingenden Messungen.

Endlich wurde 1874 zum ersten Male die Photographie als ein drittes ganz unabhängiges Hülfsmittel zur Beobachtung des Venus-Durchgangs benutzt. Es war diess ein Experiment, das von manchen mit grossen Erwartungen begleitet, von anderen wenigstens deshalb als wichtig anerkannt wurde, weil die photographische Beobachtungs-Methode unter anderen den nicht hoch genug anzuschlagenden Vortheil darbot, vermöge des instantanen Verlaufs einer Sonnenaufnahme noch unter Witterungsverhältnissen anwendbar zu bleiben, wo alle anderen Methoden ihren Dienst versagen mussten. Niemand auch unter den weniger Erwartungsvollen wollte deshalb 1874 die Verantwortlichkeit auf sich nehmen, das Experiment unausgeführt zu lassen. Von allen grossen nationalen Expeditionsgruppen in umfassender Weise durchgeführt, hat dasselbe aber kaum ein Ergebniss geliefert, welches neben denen der anderen Methoden erheblich ins Gewicht fallen könnte.

Es darf den Astronomen nicht verargt werden, wenn sie, nachdem alle zu einer ausserordentlich hohen Summe aufgelaufene Anstrengung in Beobachtung und Berechnung, in Organisation und Administration der dem gelehrten Beruf in der Art ihrer Ausführung so fremden Unternehmungen und in der Verantwortlichkeit für die richtige wissenschaftliche Verwendung ungewöhnlich bedeutender ihnen anvertrauten

öffentlichen Mittel nur einen so weit hinter der Hoffnung zurückbleibenden Erfolg erzielt hatte, nicht leichten Herzens mit dem Anfang dieses Jahrzehnts an die Frage der Beobachtung des neuen Durchgangs herangetreten sind. Es waren in der Zwischenzeit neue Anstrengungen gemacht worden, nachdem die Venusdurchgänge den Nimbus der Superiorität anscheinend definitiv verloren hatten, verschiedene der neueren Methoden zur Bestimmung der Sonnenentfernung, durch Beobachtungen von Mars oder Gliedern der seine Bahn umschliessenden Asteroidengruppe, die Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit und die Ableitung aus der Theorie des Mondes, noch weiter zu verfeinern, und es waren auch bereits wiederum mehrere Anwendungen derselben gemacht, die zum Theil wohl gelungen waren. Zum mindesten hatten diese Bemühungen einen Weg sicher gewiesen, auf welchem die künftige Thätigkeit der bestehenden Sternwarten, ohne auf die Wiederkehr ausserordentlicher Phänomene zu warten, in fortlaufender Approximation sich der Kenntniss der wahren Sonnenentfernung in dem jeweils dem Bedürfniss entsprechenden Grade nähern kann. Deshalb mehrten sich die das vorige Mal noch vereinzelt gebliebenen Stimmen, welche nunmehr den bevorstehenden Venusdurchgang der regelmässigen Sternwartenthätigkeit, als ein nur für die genauere Bestimmung des Venuslaufs und nicht mehr direct für die Bestimmung der Sonnenentfernung werthvolles Phänomen, überlassen wollten, und thatsächlich hat sich von diesen Erwägungen geleitet ein Staat, dessen Aufwendungen für die umfassende Verwerthung der Venusdurchgänge bis dahin jedes Mal in der ersten Linie gestanden hatten, diessmal gänzlich von der Beobachtung zurückgezogen. Die russischen Astronomen haben sich der eigenen Mitwirkung enthalten; einer Schädigung der Sache durch diesen Ausfall haben sie vorgebeugt, indem sie ihre werthvollsten für 1874 construirten Instrumente anderen Ländern für die Beobachtungen überlassen haben, die sie im eigenen Gebiete diessmal überhaupt nicht anstellen konnten. An allen anderen Stellen hat schliesslich doch das Gefühl der Verpflichtung überwogen, die 1874 gewonnenen Erfahrungen der Wiederholung einer Beobachtung zu Gute kommen zu lassen, die, wenn sie jetzt nicht geschah, auf so lange hinaus unmöglich blieb. Selbstverständlich war es von grosser Bedeutung, wenn wenigstens ein Theil derjenigen die Erscheinung nochmals beobachten konnte, welche dieselbe bereits in Wirklichkeit aus eigener Anschauung kannten; überdiess lagen die Verhältnisse in so fern günstiger, als der Planet 1882 erheblich tiefer in die Sonne eintrat, wodurch nicht allein die Dauer der zur Beobachtung verfügbaren Zeit von vier auf sechs Stunden verlängert, sondern auch die Beobachtung selbst erleichtert und in höherm Grade ver-

sichert wurde, so dass ein besseres Resultat als 1874 wohl mit Grund erhofft werden durfte. Für die deutschen Astronomen ist zumal die Erwägung maassgebend gewesen, dass damals der Erfolg für diejenige ihrer Beobachtungsmethoden, der sie von vorn herein das grösste Zutrauen geschenkt hatten, wie vorhin erörtert doch nur durch äussere Umstände verkürzt worden war; wir waren deshalb nicht unentschieden, unsere Heliometer nochmals hinauszusenden, und mussten nur wünschen, dass die Gunst der Witterung uns diessmal gleichmässig genügende Beobachtungen an beiden Endpunkten der grossen Basis gestatten würde. In einer verborgenen Falte hat auch bei denjenigen, welche 1874 den Lichtring um die Venus und seine Veränderungen während der Beobachtungszeit gesehen hatten, die Hoffnung geschlummert, dass er doch nicht jedes Mal die genaue Beobachtung der Ränderberührungen verhindern würde; und jedenfalls war es ein Leichtes, wenn einmal überhaupt auswärtige Stationen besetzt wurden, sie zugleich für diese Art der Beobachtung einzurichten. So wurden, nachdem die Reichsregierung die Ausführung von vier Expeditionen genehmigt hatte, die Stationen für dieselben nach Möglichkeit für unsere Heliometer günstig gewählt und vertheilt, für die gleichen Stationen aber auch, und zwar noch in wesentlich reicherm und vollkommenerm Maasse als 1874, Mittel für die Beobachtung der Contacte bestimmt. Von einer Wiederholung der Photographien dagegen haben wir abgesehen. Die Discussion über ihre Verwendbarkeit ist nochmals eine sehr lebhafte gewesen, in der Entscheidung haben wir uns aber in Übereinstimmung mit der überall in Europa getroffenen befunden, von welcher erst unmittelbar vor der Ausführung die Franzosen theilweis wieder abgewichen sind. Leitende americanische Kreise haben von vorn herein an der Wiederholung ihres wenigstens in instrumenteller Hinsicht besser fundirten Verfahrens von 1874 festgehalten. Die Photographie hat uns gegenüber an ihrem Übergehen in ganz unbegründeter Empfindlichkeit Anstoss genommen; wir haben sie ausgeschlossen, nicht indem wir die Treue und Schärfe des speciell photographischen Processes oder die Unveränderlichkeit seiner Erzeugnisse irgendwie bemängeln wollten, sondern weil wir durch den unparteiisch und auf breitester Basis durchgeführten Versuch zu der Einsicht gelangt sind, dass die Verbindung der photographischen Platte mit dem astronomischen Messapparat wider die Natur ist, und ihre Unnatürlichkeit nur immer mehr hervortreten kann, je grössere Fortschritte einerseits die Herstellung und Behandlung photographischer Platten mit Bezug auf ihre legitime Verwendung macht und je feiner andererseits die Technik des Messens am Himmel und die Anforderungen an dieselbe sich ausbilden.

Zur Vorbereitung des Unternehmens war die Untersuchung aller auszusendenden Instrumente auszuführen, die auch für die 1874 schon benutzten wiederholt werden musste, weil kein astronomisches Instrument ein unveränderliches Individuum ist, und die Bestimmung aller zur Berechnung der Beobachtungen nöthigen Constanten vorzunehmen. Ferner waren die auszusendenden Beobachter in der gleichmässigen und sicheren Handhabung der Instrumente und in der Kenntniss der Besonderheiten aller bei dem Durchgang auszuführenden Beobachtungen auszubilden. Die ernsteste Sorge aber hat die Auswahl von Stationen gebildet, die zugleich günstige geographische Lage und möglichst gute Aussicht für das Wetter darbieten sollten. Verhältnissmässig einfach lagen die Sachen im Norden. Die östliche Hälfte der nordamericanischen Union bildete ein der Lage nach sehr günstiges Beobachtungsgebiet, welches zwar schon überreich mit ständigen, zum Theil über gewaltige Hülfsmittel der Beobachtung verfügenden Sternwarten besetzt war, welches wir aber in unserm Beobachtungsplan noch ganz selbständig voll berücksichtigen mussten, weil unsere Hauptmethode daselbst nicht — wenigstens zu der Zeit noch gar nicht, wo wir diesen Plan endgültig feststellen mussten — vertreten war. Klimatologisch ist diess Gebiet ziemlich gut bekannt, und es ergab sich aus den mit Eifer in der Union gesammelten und nach Europa mitgetheilten Daten, dass Gegenden mit vorwiegend recht günstigem Wetter zu Wintersanfang für unsere Expeditionen nicht allein verhältnissmässig leicht erreichbar lagen, sondern dass in denselben auch Stationspunkte gewählt werden konnten, welche auch im übrigen alle nur wünschenswerthen Vortheile für die Etablirung derselben, ihren Aufenthalt und die Ausführung ihrer Arbeiten darboten. Eine dieser Gegenden bildet der von Long Island gegen die offene See gedeckte Küstenstrich von Connecticut, der sich unter der Breite von Neapel auch eines, zwar niedriger temperirten, aber in Bezug auf anhaltende Heiterkeit süditaliänischen Winterhimmels erfreut. Wir mussten uns etwas von der Küste entfernen, um nicht allzunahe an wichtige americanische Stationen zu kommen, namentlich um nicht etwa durch eine einzige nur locale Trübung mit dem einzigen inzwischen auf einer americanischen Sternwarte, in Newhaven, in Thätigkeit getretenen Heliometer zusammen um die Beobachtung betrogen zu werden, und wir schickten unsere Expedition nach der Hauptstadt des Staates, Hartford, zugleich überhaupt so weit nördlich, als es die Rücksicht auf den winterlich tiefen Sonnenstand erlaubte. Die zweite Nord-Expedition wurde so viel südlicher stationirt, als es möglich war, ohne von der gegen den Aequator hin abnehmenden Verschiebung der Venus auf der Sonnenscheibe erhebliches aufzuopfern: ein hier bis dahin wohl unbekannter, von den

Americanern wegen seiner gesunden und sonnigen Lage in den Fichtenwäldern auf dem sandigen Plateau des westlichen Süd-Carolina hochgeschätzter Wintercurort, das kleine Städtchen Aiken, wurde zu ihrer Station gewählt. Beide diese nördlichen Stationen eigneten sich ihrer geographischen Lage nach namentlich vortrefflich zur Anwendung der heliometrischen Methode, und dass wenigstens eine eine genügende Menge von Beobachtungen erhalten würde, konnte mit sehr überwiegender Wahrscheinlichkeit gehofft werden.

Viel ungünstiger sah es im Süden aus. Um ähnliche Verschiebungen der Venus wie in Nordamerica nach der entgegengesetzten Seite zu erhalten, hätte man die Nachbarschaft des Südpols aufsuchen müssen; haben doch gewichtige Autoritäten in den ersten Verhandlungen beim Herannahen der letzten Durchgänge die Meinung vertreten, dass ein Fortschritt von denselben für die Bestimmung der Sonnenentfernung nur zu erwarten sei, wenn es gelänge, eine Kette von Stationen auf der erst allein von Sir James Ross unter dem 78. Breitengrade erreichten Küste des grossen antarctischen Landes bis zu den Erebus- und Terror-Vulcanen hin zu errichten. Diese Projecte sind später von niemand wieder aufgenommen; wir haben 1882 nebst Franzosen, Nordamericanern und Belgiern, die dort ausser den südamericanischen Staaten, Brasilien voran, mit uns concurrirten, nur die schmale Operationsbasis des zwischen den Parallelen der Plata-Mündung und des Feuerlandes liegenden Theiles von Südamerica benutzen zu können geglaubt. Möglichst weit längs derselben gegen den Südpol vorzugehen gebot das Bedürfniss, ein möglichst grosses und günstiges Messungsobject zu erhalten, während die Rücksicht zugleich auf das Wetter und auf die Erreichbarkeit und sonstige Brauchbarkeit der Stationen zu verbieten schien über das diesseitige Ende, über Montevideo hinauszugehen. Es erschien als ein besonderer Glücksfall, dass uns in dieser Verlegenheit die gerade erscheinenden Publicationen des wichtigen meteorologischen Netzes, welches der hochverdiente nordamericanische Astronom Gould vor etwa zehn Jahren in der Argentinischen Republik gegründet hat, in dem vier Breitengrade südlicher gelegenen Küstenstädtchen Bahia Blanca eine Station nachwiesen, für welche die meteorologischen Bedingungen sogar vielleicht noch günstiger und zugleich die geometrischen schon merklich verbessert waren. Da wir mit grosser Zuversicht darauf zählen durften, dass unsere dritte Expedition, welche wir dorthin sandten, zum mindesten einen grossen Theil des Durchgangs würde beobachten können, wurde es möglich, mit der vierten Expedition, mit welcher ich Ihnen den Verlauf eines derartigen Unternehmens etwas ausführlicher schildern will, das gewagte, aber wenn es gelang

besonders werthvolle Ergebnisse verheissende Experiment zu machen, so weit gegen Süden vorzugehen, als einigermaassen ausreichende und nicht geradezu abschreckende Nachweise zur Beurtheilung der meteorologischen Verhältnisse und gesicherte Verbindungen vorhanden wären. Dafür konnten nur Stanley auf den Falkland-Inseln und Punta Arenas an der Magellan-Strasse als Stationen in Betracht kommen; eine noch entlegenere Station, Süd-Georgien, ist zwar ebenfalls mit gleichartigen Mitteln zur gleichförmigen Mitausführung unseres Beobachtungsplanes versehen und von uns darauf vorbereitet worden, sie ist aber bekanntlich um ganz anderer Zwecke willen, von der deutschen Polar-Commission, besetzt worden. Wir wissen noch nicht, ob die sehr geringen und zu einer Besetzung lediglich zu astronomischen Zwecken nicht ausreichenden Hoffnungen, dort den Durchgang zu beobachten, sich erfüllt haben.

Auf den Falkland-Inseln sind neuerdings einige Jahre hindurch meteorologische Aufzeichnungen gemacht, die das verrufene Klima dieser rauhen Inselgruppe nicht mehr in einem ganz trostlosen Lichte erscheinen liessen, vielmehr in Aussicht stellten, dass man einen Theil des Durchgangs, wenig wahrscheinlich allerdings einen grossen Theil, dort würde sehen können. Aus Punta Arenas lagen sechsjährige auf Veranlassung eines der frühern Gouverneure angestellte meteorologische Beobachtungen vor, die bezüglich des hauptsächlich uns interessirenden Factors, der Himmelsbedeckung, viel schlimmer aussahen, aber, in einer von derjenigen der europäischen Meteorologen abweichenden Terminologie mitgetheilt, nicht ganz verständlich waren. Die deshalb nach Punta Arenas gerichteten Anfragen fanden Beantwortungen, die überraschend günstig lauteten, aber sich mit den sechsjährigen Beobachtungen überhaupt in einem ganz unbegreiflichen Widerspruch befanden, welchen zu lösen von hier aus erfolglos versucht wurde. Mit Zuhülfenahme aller erreichbaren Aufzeichnungen der Schiffe unserer Kriegs- und Handels-Marine, welche die Magellan-Strasse passirt haben, seit sie ein von Dampfschiffen befahrener Seeweg geworden ist, wurde das Urtheil über das in Punta Arenas zu erwartende Wetter endlich ungefähr dahin festgestellt, dass das Gelingen einer vollständigen Durchgangsbeobachtung daselbst nicht zu erwarten, aber auch vollständiges Misslingen wenig wahrscheinlich sei; wir hofften, dass dort ein Stück des Durchgangs und zwar ein etwas grösseres als auf den Falkland-Inseln sichtbar sein würde — hier wohl nur ein Viertel, dort vielleicht die Hälfte. Diese Ansicht, welche das Ziel der Expedition bestimmte, entsprach auch der Lage des Orts, mitten in der Strasse etwas diesseits der Südspitze des americanischen Continents, an welcher das von den Segelschiffen noch mehr als Cap Horn gefürchtete Cap

Froward eine der schärfsten Wetterscheiden der Welt bildet. Jenseits derselben überschütten die beständig das Südende Americas fegenden Stürme die undurchdringlichen Wälder der Cordillerenhänge mit fast unablässigen Schauern von Regen. Hagel und Schnee, während sie entlang der östlichen Hälfte der Strasse den grössten Theil des Jahres hindurch die patagonischen Terrassen unter, wie die Reisenden sagen, die Astronomen vermuthlich aber hier so wenig wie anderswo bestätigt finden möchten, immerwährend blauem Himmel fast zur Wüste ausdörren. Wir wären deshalb, um die Beobachtung mehr zu sichern, viel lieber am Ostende der Strasse geblieben, diess wäre aber nur möglich gewesen, wenn die Expedition, wie es 1874 an mehreren Punkten der Fall war, ein eigenes Schiff zu ihrer Verfügung gehabt und alles zum Aufenthalt Erforderliche nach ihrem Bestimmungsort mitgebracht hätte, was die Umstände diessmal ausgeschlossen hatten. Wir konnten nur einen bewohnten und ohne besondere Vorkehrungen erreichbaren Ort wählen, und so blieb, um in der Magellan-Strasse zu beobachten, keine Wahl neben Punta Arenas, denn ausser diesem Städtchen gibt es nur noch einen ständig bewohnten Ort an derselben, die grosse Estancia der chilenischen Regierung Agua Fresca, die aber dem gefürchteten Cap Froward noch näher liegt und direct in den Berichten aus Punta Arenas ungünstiger geschildert wurde.

Ganz abgesehen von dem immer noch verbleibenden Zweifel, wie das Wetter in Punta Arenas nach astronomischen Bedürfnissen beurtheilt sich wirklich herausstellen würde, bestand auch noch grosse Unsicherheit darüber, wie eine Expedition an diesem Ort existiren und arbeiten könnte. Die geringe Bekanntschaft mit dortigen Verhältnissen, welcher alle Nachforschungen diesseits des Oceans begegneten, obwohl die Schiffe einer Hamburger Dampferlinie nach der südamericanischen Westküste seit zehn Jahren, jetzt regelmässig alle drei Wochen, durch die Strasse gehen, und eine englische Postlinie dieselbe seit noch längerer Zeit und noch häufiger befährt, und das ganz zufällig im störendsten Moment für die Vorbereitung eintretende Abreissen der weitläufig drüben mehrfach angeknüpften Verbindungen liess die Aussendung dieser Expedition in etwas beängstigendem Maasse als einen Stoss ins Blaue erscheinen. Das Mögliche ihn von hier aus sicher zu lenken, war geschehen: das auf der ostamericanischen Station befindliche Fahrzeug der Kaiserlichen Marine sollte nach dankenswerther Anordnung des Hrn. Ministers von Stosch gleichzeitig mit der Ankunft der Expedition in Punta Arenas eintreffen, um derselben bei dem Aufbau der Sternwarte behülflich zu sein; aller Bedarf, dessen Fehlen am Orte nur wahrscheinlich war, wurde auf die Gefahr einer ganz unnützen Belastung hin mitgeführt: die ernstliche Sorge

aber, wie etwa dennoch den Arbeiten der Expedition sich entgegenstellende Hindernisse beseitigt und wie weiter überhaupt die vollständige Durchführbarkeit des wissenschaftlichen Programms beider Südexpeditionen gesichert werden sollte, gab schliesslich den Anlass, sie beide abweichend von den Nordexpeditionen, von denen nur eine jede für sich abgeschlossene Instructionen auszuführen hatte, unter eine gemeinschaftliche mit discretionärer Vollmacht ausgestattete Leitung zu stellen, die zunächst an dem unsichersten und schwierigsten Punkt unmittelbar einzutreten hatte.

Die wissenschaftliche Aufgabe der nach Punta Arenas entsandten Expedition bestand erstens darin, am 6. December, von den Nebenarbeiten zu geschweigen, die Ortsbestimmung der Venus während des ganzen Verlaufs des Durchgangs heliometrisch auszuführen, wofür sie mit einem von ihren drei Astronomen gemeinschaftlich anzuwendenden Fraunhofer'schen Heliometer von $3^1/_2$ Fuss Brennweite ausgerüstet war, und die Zeiten der ersten und zweiten Ränderberührung beim Anfang sowohl als beim Ende des Durchgangs zu beobachten, wofür drei vorzügliche Fernröhre, ein sechsfüssiges und ein fünffüssiges von Fraunhofer und ein sechsfüssiges von seinem Nachfolger Merz mit helioskopischen Vorrichtungen verschiedener Art mitgegeben waren. Zweitens musste die Expedition die geographische Position des Beobachtungsorts bestimmen und hatte eins der stärksten transportabelen Passagen-Instrumente und ein grosses Universal-Instrument zur doppelten Beobachtung der dazu, neben den an den Refractoren zu beobachtenden Sternbedeckungen, dienlichen Mondculminationen und zur Beobachtung von Sternhöhen, sowie zur fortlaufenden Bestimmung der Ortszeit. Ihre dritte Hauptaufgabe bestand darin, durch Beobachtungen auf der Station selbst, sämmtliche zur Verwendung gelangende Instrumente, insonderheit das Heliometer, so vollständig zu untersuchen und die zur Reduction der Beobachtungen an denselben erforderlichen Constanten so genau zu bestimmen, dass eine scharfe Berechnung der Durchgangsbeobachtung nöthigenfalls ohne Zuhülfenahme der Controlbestimmungen vor Aussendung und nach Rückkehr der Instrumente gemacht werden könnte, für den Fall nämlich, dass eins der benutzten Instrumente auf einer Reise sich verändert haben oder etwa auf der Rückreise verloren gehen sollte. Schliesslich hatte die Magellan-Expedition die besondere Aufgabe ausser diesen mit den anderen Expeditionen gemeinsamen, zur genaueren Längenbestimmung eine chronometrische Verbindung mit Montevideo, der letzten telegraphisch von Europa aus bestimmten Station auf ihrem Wege, durch wiederholte Zeitübertragungen auszuführen und bei Gelegenheit einer derselben mit der Bahia Blanca-Expedition zusammen die Längen-

Americanern wegen seiner gesunden und sonnigen Lage in den Fichtenwäldern auf dem sandigen Plateau des westlichen Süd-Carolina hochgeschätzter Wintercurort, das kleine Städtchen Aiken, wurde zu ihrer Station gewählt. Beide diese nördlichen Stationen eigneten sich ihrer geographischen Lage nach namentlich vortrefflich zur Anwendung der heliometrischen Methode, und dass wenigstens eine eine genügende Menge von Beobachtungen erhalten würde, konnte mit sehr überwiegender Wahrscheinlichkeit gehofft werden.

Viel ungünstiger sah es im Süden aus. Um ähnliche Verschiebungen der Venus wie in Nordamerica nach der entgegengesetzten Seite zu erhalten, hätte man die Nachbarschaft des Südpols aufsuchen müssen; haben doch gewichtige Autoritäten in den ersten Verhandlungen beim Herannahen der letzten Durchgänge die Meinung vertreten, dass ein Fortschritt von denselben für die Bestimmung der Sonnenentfernung nur zu erwarten sei, wenn es gelänge, eine Kette von Stationen auf der erst allein von Sir James Ross unter dem 78. Breitengrade erreichten Küste des grossen antarctischen Landes bis zu den Erebus- und Terror-Vulcanen hin zu errichten. Diese Projecte sind später von niemand wieder aufgenommen; wir haben 1882 nebst Franzosen, Nordamericanern und Belgiern, die dort ausser den südamericanischen Staaten, Brasilien voran, mit uns concurrirten, nur die schmale Operationsbasis des zwischen den Parallelen der Plata-Mündung und des Feuerlandes liegenden Theiles von Südamerica benutzen zu können geglaubt. Möglichst weit längs derselben gegen den Südpol vorzugehen gebot das Bedürfniss, ein möglichst grosses und günstiges Messungsobject zu erhalten, während die Rücksicht zugleich auf das Wetter und auf die Erreichbarkeit und sonstige Brauchbarkeit der Stationen zu verbieten schien über das diesseitige Ende, über Montevideo hinauszugehen. Es erschien als ein besonderer Glücksfall, dass uns in dieser Verlegenheit die gerade erscheinenden Publicationen des wichtigen meteorologischen Netzes, welches der hochverdiente nordamericanische Astronom Gould vor etwa zehn Jahren in der Argentinischen Republik gegründet hat, in dem vier Breitengrade südlicher gelegenen Küstenstädtchen Bahia Blanca eine Station nachwiesen, für welche die meteorologischen Bedingungen sogar vielleicht noch günstiger und zugleich die geometrischen schon merklich verbessert waren. Da wir mit grosser Zuversicht darauf zählen durften, dass unsere dritte Expedition, welche wir dorthin sandten, zum mindesten einen grossen Theil des Durchgangs würde beobachten können, wurde es möglich, mit der vierten Expedition, mit welcher ich Ihnen den Verlauf eines derartigen Unternehmens etwas ausführlicher schildern will, das gewagte, aber wenn es gelang

der Blitzgefahr sträuben. Dadurch wurde das Programm für die Verbindung von Bahia Blanca mit Montevideo in überaus erwünschter Weise vereinfacht, indem die sehr lästige Nothwendigkeit fortfiel, noch eine Übertragungsstation in Buenos Ayres zu besetzen. Nachdem die vorausgegangene Expeditionsabtheilung eingeschifft war, dampfte der Ramses aus den hässlichen schlammigen aufgeregten Fluthen des tückischen Silberstromes hinaus südwärts weiter. Patagonische Frühlingslüfte brachten das hunderttheilige Thermometer, das lange mit geringer Schwankung hoch in den zwanziger Graden stehen geblieben war, in rapidem Sinken auf 6 Grad herab und wühlten die grünen Küstengewässer stürmisch auf, so dass nur die Nähe des Zieles über die Unbehaglichkeit der Situation hinwegsehen liess. Am 16. Abends hemmte das Schiff seinen bis dahin von Hafen zu Hafen Tag und Nacht ununterbrochenen Lauf vor dem Eingang der Magellan-Strasse und gieng bis zum Morgengrauen im Schutz des Caps der Jungfrauen, der Südostecke des americanischen Continents, vor Anker, weil vorliegende Bänke und Felsen unter dem Wasser die Einfahrt bei Nacht zu gefährlich machen. Am folgenden Morgen befand es sich in dem merkwürdigen Spalt, der von dem Continent die ganz gleichartige grosse Feuerland-Insel abgebrochen hat; den wüthenden Sturm, der, in der That unter dem gerühmten sonnenhellen durchsichtigen Himmel, das Fortschreiten in der wechselnden Folge der engen Canäle und seeartigen Becken des Ostarms wehren wollte, überwand die Wucht der in Höhe von vierzig Fuss in die Strasse hineinstürzenden atlantischen Fluthwelle, und bis fünf Uhr Nachmittags waren die 120 Seemeilen von dem Eingang ab bis zur Rhede von Punta Arenas zurückgelegt. Die Expedition kam nach günstiger Fahrt noch drei Tage vor der planmässigen Zeit an, und nicht gering war die Sorge, dass das Hülfe versprechende Kriegsfahrzeug, welches in Folge einer in Montevideo missverstandenen Depesche den Ramses erst mehrere Tage nach seiner Zeit erwartete und unter Segel von dort nach der Strasse abgegangen war, nun zu spät kommen möchte. Kurz vorher noch durch das Passiren eines vor dem Sturme beiliegenden, ganz dem erwarteten ähnlichen Schiffs verstärkt, das sich später aber als ein englisches erwies, war sie unnöthig gewesen; von den Masten des schmucken Kanonenboots, neben welchem der Anker zum letzten Male fiel, flatterte die deutsche Kriegsflagge. Unnöthig war auch die Sorge gewesen, die auf der stürmischen Fahrt seit Montevideo die mit den Ortsverhältnissen bereits bekannten für Punta Arenas bestimmten Reisenden schon viel beschäftigt, und den beladen mit so grosser Verantwortlichkeit unbekannten Dingen Entgegengehenden angesteckt hatte, wie Personen und Material würden an Land geschafft werden

können; je tiefer in der Strasse, desto schlechter war der Tag zwar für den Astronomen, aber desto besser für den Seefahrer geworden, dessen Interesse heute noch das überwiegende war; Punta Arenas lag unter ganz und gleichförmig wolkenüberzogenem Himmel, aber an spiegelglattem Wasser.

Wie in Wetter und See, war in der ganzen Landschaft ein überraschender Wechsel vor sich gegangen. Auf einer Strecke von etwa hundert Seemeilen wird der im Vergleich mit den labyrinthischen Canälen der Westseite in einfachem Zuge eingeschnittene Ostarm der Strasse beiderseits von einförmigen niedrigen kahlen Steilwänden begrenzt, die, auf der patagonischen Seite meist zwischen 100 und 200 Fuss und auf der feuerländischen nur halb so hoch, gleichwohl für alle anderen lebendigen Wesen als die Schaaren der in ihren Löchern nistenden Seevögel unnahbar erscheinen; in fast senkrechtem Sturze fallen ihre monotonen Langwände, und ihre schauerlich zerklüfteten Vorsprünge an den Biegungen der Strasse, ohne Vorland zum Wasser herab. Darüber liegt sanft ansteigendes, flach gewelltes Plateauland, theils kahler, heller Fels- oder Erdboden, theils bekleidet mit dürftigem graugrünem Grase und vereinzelten verkümmerten Büschen, jenen Tag ein Bild ödester Verlassenheit, während später, bei der Ausfahrt aus der Strasse im Sommer, auch dieser Theil des Landes belebt war von den Rudeln grasender Guanacos und den langen Rauchsäulen der Grasfeuer, mit denen die Wilden sie und die zahlreichen Strausse einschliessen, um die wehrlosen flüchtigen Thiere in den Bereich der Lazos und Bolas zu bringen, die sie noch heute den Feuerwaffen vorziehen. Hinter diesem Plateau sieht man im Norden noch die zweite patagonische Terrasse sich erheben, die, 600—800 Fuss hoch, gleichfalls fast ununterbrochen ein einförmig horizontales, nur hier und da von einzelnen Spitzbergen überragtes Profil zeigt. Der einzige Wechsel besteht auf dieser langen Strecke in dem Zurücktreten und Wiederannähern der Ufer, zwischen denen das hellgrüne Wasser hier gerundete Becken, deren niedrige Ränder selbst in dieser klaren Atmosphäre in Duft verschwimmen, dort Canäle ausfüllt, die sich bis zu nur zwei Seemeilen Breite verengen. Aus dem letzten dieser Pässe, den sogenannten Second Narrows der auf der Commandobrücke ausgebreiteten und in dem schwierigen Fahrwasser unablässig mit den Ufercontouren verglichenen englischen Admiralitätskarten herauskommend, geht das Schiff zwischen den kleinen Inseln S. Marta und S. Magdalena, die unnahbaren Castellen gleich mitten aus dem Wasser aufsteigen, hindurch, und an der grösseren flacheren, nur einen abgerissenen Theil der patagonischen Pampa bildenden Elisabeth-Insel vorbei; in dem Moment, wo hinter

dieser mit Cap Negro die scharf markirte Grenze zwischen Pampa und Cordillere auftaucht, verändert sich das Bild mit einem Schlage vollständig. Die festländische Küste biegt rechtwinklig nach Süden um, dem Zuge der Cordillere folgend, deren vom Fuss bis zum schneebedeckten Rücken dicht von grünem Waldschmuck bekleidete, in den ernst-schönen Formen unseres Schwarzwalds profilirte Vorberge, Kette dicht hinter Kette, bis 1500 Fuss hoch ansteigend sie umsäumen. Linker Hand gegenüber springt die grosse Feuerland-Insel, erst in langem, nach dem Innern zu hoch ansteigenden Plateau, weiterhin in flachem, unter dem Wasserspiegel bleibendem Rande weit zurück, Raum lassend für die grossen zusammenhängenden Becken des Broad Reach, Froward Reach und der Useless Bay der Karten. Geschlossen werden dieselben durch die quer vorliegende Vorderhälfte von Dawson Island mit gleichem Waldgebirge wie auf dem Festlande, neben welchem nur schmale Wasserfäden den Weg zum pacifischen Weltmeer weisen; und in ungeheuerm Halbkreis wird das ganze Bild eingerahmt von den kahlen, vergletscherten Wänden der mit ewigem Schnee bedeckten kühngeschnittenen und in malerischen Gruppen sich an einander schliessenden Felsberge, mit welchen der Hauptzug der Cordillere von dem jenseitigen Ufer der nur durch schmales Band mit dem Festlande verbundenen grossen Braunschweig-Halbinsel über Cap Froward, Clarence Island und die jenseitige Hälfte von Dawson Island hinweg nach dem Südrande der grossen Feuerland-Insel übersetzt. Den Wall von Alpenbergen, mit denen sie ihn gegen die Fluthen des Südmeers schützt, begrenzen an den beiden Enden 7000 Fuss hoch aus dem Meere hervorragende Colosse, M. Sarmiento und M. Darwin, ersterer an das Matterhorn erinnernd und beide noch in dieser Entfernung von 90 und 120 Seemeilen imposante Gebilde.

An dem gerade von Nord nach Süd gerichteten Ostrande der Braunschweig-Halbinsel, etwa auf einem Drittel seiner Länge von Cap Negro bis zu Cap Froward oder dem etwas nähern, hier den Horizont begrenzenden und mit Cap S. Isidro ins Meer fallenden M. Tarn, liegt Punta Arenas. Der Name einer weit in die Strasse vorspringenden sandigen Anschwemmung eines der zahlreich von der Cordillere herabkommenden Flüsschen ist auf den Ort übertragen, welcher selbst einige Kilometer südlicher, auf einem sanften Hange zwischen dem schmalen Strande und einem etwa 150 Fuss hohen Hügelzug liegt. Ein Bebauungsplan nach spanisch-americanischer Art, mit breiten rechtwinklig sich nahe in den Cardinalrichtungen der Windrose kreuzenden Strassen und der grossen Plaza im Centrum, ist für mehrere Zehntausende von Einwohnern berechnet und zieht sich weit in die Hügel hinein; aber bis zum Jahre 1877 nur eine unbedeutende Strafcolonie, zählt der

seitdem zur Hauptstadt (oder vielmehr bis jetzt einzigen Stadt) des chilenischen Territorio de Colonization erhobene Ort auch jetzt erst etwa anderthalbtausend Einwohner, und ist nur eine Gruppe weitläufig auf dem grünen Rasenhang zerstreuter Holzhäuserchen, die nur die Richtung der zunächst am Meere gelegenen Strassen durch einen hier und da zusammenhängendern Zug markiren. Ihre Erscheinung in primitiven Formen und theils in der Naturfarbe des verwitterten Holzes, theils, mit dem sonderbaren Leuchtthurme, der das hervorragendste Object am Strande bildet, in phantastisch buntem Anstrich, passt aber gerade in die Landschaft, in deren Anblick das in der Öde langer Seefahrt für die Reize des Festlandes doppelt empfänglich gewordene Auge schwelgt. Eine befremdliche Störung ruft nur ein weit und breit ausgedehntes Leichenfeld hervor, welches den Ort umgibt; erst ganz nahe herangekommen, vermag man zu erkennen, dass die zahllosen wie Grabsteine umherstehenden bleichen Stümpfe Stämmen angehören, welche einem ungeheuern Waldbrand zum Opfer gefallen sind und von denen noch viele verkohlt zwischen ihnen liegen; auf gut spanisch hatte man für den Plan der Zukunftsstadt im Urwald Luft gemacht, und der Aufstand der Deportirten, welcher 1877 fast den ganzen Ort in Asche legte, hatte ein Übriges gethan.

Doch es bleibt keine Zeit zu solcher Betrachtung mehr; sowie der Anker gefallen und die Visite durch die Hafenbehörde erfolgt ist, beginnt der Expeditionsdienst. Mit dem Commandanten S. M. Kbts. Albatross wird die Hülfsleistung durch seine Mannschaften vereinbart, die gleich den nächsten Tag die Fundamente für die Sternwarte bauen sollen. Darauf werden die Chronometer und Instrumente zur Zeitbestimmung an Land gebracht, um die erste Möglichkeit zu einer solchen zu benutzen; bis zu den letzten Resten des Tageslichts wird die Umgebung des Orts recognoscirt und schliesslich ein passender Platz für die Sternwarte gewählt, zum Bleiben am Lande ist aber heute noch keine Möglichkeit; Beobachten verhindert ohnediess die constant bleibende Bewölkung. Die Nacht hindurch wird das Material aus dem Dampfer in Leichterfahrzeuge übergeladen, die mit der Fluth auf den etwa ein Kilometer entfernten Strand gesetzt werden, um dann bei Ebbe dort entladen zu werden. Mit den letzten Ladungen gehen am andern Morgen die Astronomen an Land; sogleich lichtet auch der Ramses seinen Anker und verschwindet bereits am Horizont, während noch am Ufer entlöscht wird.

Kurze Sonnenblicke gestatteten an diesem Tage Zeitbestimmungen durch Spiegelinstrumente, so dass, wenngleich die in den nächsten Tagen eifrig gemachten Versuche, sie durch solche an Meridianinstrumenten zu ersetzen, erst nach längerer Zeit gelangen, doch die erste

Längenverbindung mit Montevideo als befriedigend ausgefallen angesehen werden konnte. Im übrigen aber fiengen die Arbeiten der Expedition schlecht an. Zwar der Grundriss der Sternwarte wurde am ersten Tage unter strömendem Regen abgesteckt, welcher die Theilungen der Compasse unleserlich machte und so bewirkte, dass die Hauptaxe des Gebäudes schliesslich ein gutes Stück aus dem Meridian gerieth, jedesmal nachher ein Ärgerniss für den Astronomen, der eine Culmination beobachtete, sonst ohne Nachtheil; aber mehr als ein paar Steinkisten konnten an diesem Tage nicht zu den Arbeitern hinaufgeschafft werden. Mit dem Expeditions-Material war zufällig mit dem gleichen Schiff eine fast eben so umfangreiche Importsendung eines der beiden Häuser gekommen, welche den auswärtigen Handel der Magellan-Strasse vermitteln, und eine solche Masse, wie sie nach dem Orte wohl kaum jemals nach seiner Gründung gelangt war, in kurzer Zeit zu bewältigen reichten die vorhandenen schwerfälligen Transportmittel nicht aus. Unsere Kisten blieben fast alle am Strande liegen, und konnten nur noch nach Möglichkeit über Hochwassermarke hinaufgezogen werden. In der folgenden Nacht aber erhob sich ein gewaltiger Sturm, in dem der Albatross nur unter Dampf und vor mehreren Ankern sich auf seiner Stelle halten konnte, und trieb die See gegen das Ufer weit über die gewöhnliche Fluthhöhe hinauf. Noch am folgenden Morgen lag fast das ganze astronomische Material im Wasser, doch Dank der grossen bei der Aussendung angewandten Sorgfalt im Verpacken und im Ausschluss der Feuchtigkeit von allen wichtigen Stücken waren ernste Beschädigungen nicht zu beklagen. Trostloser war der Anblick, das Material noch nachher eine Reihe von Tagen auf dem Beobachtungsplatze den Unbilden der Witterung preisgegeben sehen zu müssen, wo Stürme mit Regen, Hagel und Schnee, nur zuweilen von besseren Zeiten unterbrochen, den Aufbau der Sternwarte verzögerten. Doch gelang es im Verlauf von zehn Tagen alle Instrumente in Position zu bringen und beobachtungsfähig herzurichten, und am letzten October konnte den Autoritäten von Punta Arenas und den vielen unter seinen privaten Bewohnern, welche im gefälligsten Entgegenkommen beeifert waren, der Expedition dort den Aufenthalt und die Ausführung ihrer Arbeit möglich zu machen, in festlicher Weise ein astronomisches Observatorium gezeigt und erklärt werden, wie es in so hoher südlicher Breite noch niemals gestanden hatte, klein in den Dimensionen seiner zierlichen Eisen- und Segeltuch-Construction, aber an Leistungsfähigkeit seiner Ausrüstung mit Material und Personal manchem ständigen Institut der alten Welt überlegen.

Schon am folgenden Tage musste das Vorüberkommen des eng-

lischen Postdampfers benutzt werden, eine Abtheilung der Expedition mit allen entbehrlichen Chronometern nach Montevideo zu schicken, um die Längenverbindung ein zweites und bei der Rückfahrt ein drittes Mal herzustellen und die telegraphischen mit Bahia Blanca vereinbarten Operationen auszuführen. Die in Punta Arenas zurückbleibenden Astronomen standen Nacht für Nacht in Sturm und bitterer Kälte an den Instrumenten, Sternbedeckungen und Mondculminationen für die Längenbestimmung zu erhalten, es war trockener und die Sterne schienen oft genug hell, aber das Wetter blieb unbeständig in einem aller Beschreibung spottenden Grade und fast alle wie die der Bedeckungen und Culminationen an bestimmte Momente gebundene Beobachtungen giengen Wochen lang einfach in den Wolken verloren, während die hellen Intervalle zwischen denselben auch nur selten lang genug waren, die Ausführung einer der Beobachtungen zur Untersuchung des Heliometers zu gestatten, die zu beliebiger Zeit in jeder Nacht hätten gemacht werden können, deren jede aber erforderte, dass wenigstens eine Viertelstunde lang eine bestimmte Stelle des Himmels wolkenfrei blieb. Bei Tage war es in so fern besser, als die Wolken, welche die nächtlichen Beobachtungen in solchem Maasse vereitelten, häufig, namentlich in frühen Vormittagsstunden, nicht so dicht waren, dass sie die Sonne unsichtbar oder ihre Contouren bis zur Unmessbarkeit undeutlich gemacht hätten; so gelangen nicht allein die auch für die Untersuchung des Heliometers vorgeschriebenen Sonnenbeobachtungen in ziemlich befriedigender Zahl, sondern es wurde auch durch die wirkliche Einsicht in den Witterungscharakter der Gegend die vorher gehegte Hoffnung bestärkt, dass die Durchgangsbeobachtung für das Heliometer nicht verloren gehen würde, während es freilich schien, dass auf die Contactbeobachtungen gänzlich würde verzichtet werden müssen. Um die Mitte des Monats trat besseres Wetter ein; vier oder fünf auf einander folgende fast durchweg klare und, was noch merkwürdiger und gleichfalls höchst werthvoll für die Beobachtungen war, ruhige Nächte wurden bis an die äusserste Grenze des Möglichen ausgenutzt, und wenn es darauf wieder schlechter wurde, blieben doch wenigstens die Mondculminationen noch einige Zeit hindurch nun von eigenem Glücke begünstigt, so dass, als gegen Ende des Monats wieder eine Periode ganz bösartigen Wetters die Beobachtungen unterbrach, auch für die absolute Längenbestimmung nicht unbefriedigendes Material vorlag.

Der Anschluss an Montevideo war, wie die am 21. November mit englischem Postdampfer zurückkommende Abtheilung meldete, anscheinend wiederum wohl gelungen, ebenso nach Überwindung einiger Schwierigkeiten, wie sie bei telegraphischen Längenbestimmungen regel-

mässig anfänglich angetroffen werden, die Verbindung mit Bahia Blanca, woselbst unsere dritte Expedition gerade rechtzeitig mit ihren Einrichtungen fertig geworden war.

Einige Tage vorher war eine brasilianische Corvette eingelaufen, die eine Expedition zur Beobachtung des Durchgangs unter Leitung des Vice-Directors der Kaiserlichen Sternwarte in Rio Janeiro Hrn. CRULS gleichfalls nach Punta Arenas brachte. Die Nachricht von diesem Unternehmen war schon etwas früher gekommen und hatte überraschen müssen, da es verkehrt erschien, zwei Expeditionen nach demselben Ort, zumal einem solchen mit unsicherer Witterung, zur Ausführung gleichartiger Beobachtungen zu senden. Die Brasilianer wollten hauptsächlich Contacte beobachten, für welche, wenn sie überhaupt gesehen werden konnten, in Punta Arenas durch unsere Expedition genügend gesorgt war. Um so dringender musste Hrn. CRULS von seinem Vorhaben abgeredet werden, als ihm die unbeschränkte Disposition über ein eigenes Schiff gestattete, sich am Ostende der Strasse zu etabliren und die dort viel grösseren Chancen der Witterung auszunutzen, während der Albatross unsere Expedition, nachdem er ihr bei dem Aufbau der Sternwarte in cameradschaftlichster Weise höchst wirksame Hülfe geleistet, seiner Ordre gemäss wieder verlassen und sich nach Montevideo zurückbegeben hatte. Hr. CRULS entschloss sich auch diesen Vorstellungen zu folgen, fand aber nachher doch die Zeit bereits zu kurz für eine solche Veränderung seines Planes, da sein Observatorium bereits ausgeschifft war, und errichtete dieses schliesslich am westlichen Ende des Ortes, während das deutsche am östlichen Ausgang stand. Der Capitain der Corvette gieng indess wirklich mit kleineren Instrumenten weiter nach Osten nach dem Feuerlande hinüber, während der Commandant der englischen Vermessungssloop Sylvia, Capitain WHARTON, der bereits 1874 den Venus-Durchgang auf Rodriguez beobachtet und sich auch jetzt wieder auf die Beobachtung, und zwar der Contacte, wie alle englischen Expeditionen, eingerichtet hatte, von vorn herein die patagonische Seite des Ostarms der Strasse zu besetzen beabsichtigte und in Peckett Harbour einen günstigen Platz gefunden hatte.

Während diese verschiedenen Stationen eingerichtet wurden, begannen gegen Ende November auf der deutschen Station die unmittelbaren Vorbereitungen für den bevorstehenden wichtigen Tag. Die verschiedenen Modelle für die heliometrischen und für die Contactbeobachtungen wurden aufgestellt, durch deren häufige Benutzung die Beobachter sich die vorauszusehenden Vorgänge bei der wirklichen Erscheinung nochmals frisch in das Gedächtniss einprägen, und die Folge der Manipulationen bei der unvermeidlich etwas complicirten

Anordnung der Heliometermessungen sich so gewohnheitsmässig aneignen sollten, dass sie dieselbe bei dem Durchgang selbst ohne weiteres mechanisch innehalten und die ganze Anstrengung ihrer Aufmerksamkeit den Einstellungen an Fernrohr und Mikroskop ungetheilt zuwenden könnten, und an welchen endlich auch alle zugleich bei der Beobachtung Betheiligten sich auf gehöriges Zusammenarbeiten einüben sollten. Das Heliometer ist nämlich, wenigstens in der älteren Construction der uns zu Gebote stehenden Exemplare, ein für den einzelnen Beobachter sehr unbequemes und nur mit grossem Zeitaufwand für jede einzelne Messung zu behandelndes Instrument. Um die kostbaren Stunden am 6. December möglichst auszunutzen, war, wie schon 1874, vorgeschrieben worden, dass zwei Beobachter immer zusammen damit operiren sollten, von denen der eine am Ocular des Fernrohrs die Einstellung des Messapparats auf Sonne und Venus ausführen, der andere die Ablesungen des am Objectiv befindlichen mikroskopischen Apparats machen sollte, vermittelst dessen diese Einstellungen zu registriren waren. Ein Gehülfe musste ferner an der Uhr stehen und die genauen Zeiten der einzelnen Einstellungen vermerken, die ihm zu dictirenden Ablesungen und etwaige Bemerkungen dazu aufschreiben und je die nächste Einstellung nach den dafür angefertigten, von Minute zu Minute den vorausberechneten Stand der Erscheinung angebenden Tabellen verkünden, damit der Beobachter am Objectiv den Messapparat schon vorher genähert in die entsprechende Stellung bringen konnte; erst wenn diess geschehen war, wurde von einem andern Gehülfen der Drehthurm gegen die Sonne geöffnet, damit ihre Strahlen nur für die Viertelminute das Instrument träfen, die der Beobachter am Ocular dann noch brauchte, die genaue Messungsstellung herbeizuführen; mit dem Signal zur Notirung für ihre Zeit war sofort das Instrument wieder in Schatten zu bringen, weil die ungleichförmige Wirkung der Sonnenstrahlen auf seine einzelnen Bestandtheile von allen Gefahren für die Zuverlässigkeit der Messungsresultate die grössten in sich barg. Nach einigen Tagen fortlaufender Übung functionirte dieser complicirte Apparat so befriedigend und glatt, dass keine andere Sorge als wegen des Wetters die Hoffnung beeinträchtigte, die in den Instructionen der Expeditionen nach den Erfahrungen von 1874 angenommene Maximalzahl von acht vollständigen Bestimmungen der Entfernung der Venus vom Sonnenmittelpunkt zu erreichen, zu deren jeder sechzehn einzelne Heliometermessungen erforderlich waren.

Das Wetter hatte sich mit dem Beginn des Monats vollständig geändert. Nachdem die gewaltigen atmosphärischen Störungen der letzten Novemberwoche ausgeglichen waren, erwarteten die Orts-

kundigen nun einmal eine längere Ruhepause, und in der That war nicht allein am 1. December voller Sommer, sondern eine ganze Reihe sonniger und warmer Tage folgte, fast ohne andere Unterbrechung als durch völlig trübe Nächte, bis zum 5. Fast an jedem dieser Tage hätte der Durchgang gut beobachtet werden können. Um so grösser wurde von Tage zu Tage die Sorge, dass der 6. in die mit Sicherheit wieder bald zu erwartende Regenperiode fallen würde, und in der That fieng am Nachmittage des 5. der Regen in so normaler Stärke an, dass die Hoffnungen tief sanken. Wider Erwarten gestatteten einige helle Stunden am Abend den Stand der Uhren zu bestimmen, dann begann der Regen wieder und hielt die ganze Nacht an. Er that aber nur den schätzbaren Dienst, die feinen Messapparate, die am folgenden Tage von früh bis spät nicht versagen durften, vor ihrem gefährlichsten Feinde, dem Staube, für diesen Tag zu bewahren. Das Glück von 1874 lächelte in gleicher Laune nochmals und die aufgehende Sonne beschien einen durchsichtig blauen Himmel; nur Schwärme kleiner Haufenwolken, die wenigstens das Heliometer nicht zu fürchten brauchte und die auch für die Contactbeobachtung guter Hoffnung weiten Raum liessen, quollen hinter der Cordillere hervor und wurden von mässig lebhaftem Westwinde über Punta Arenas hinweg getrieben. Einige Minuten nach neun Uhr war der Beginn des Eintritts der Venus in die Sonnenscheibe zu erwarten, es gab aber schon vorher viel zu thun, und es war deshalb angeordnet, dass halb sieben Uhr jedermann auf seinem Posten in der Sternwarte sein sollte. Die bei den verschiedenen, getrennt von einander aufgestellten, Instrumenten zu benutzenden Uhren wurden verglichen, dann von allen drei Astronomen unabhängig am Heliometer die Experimente durchgeführt, welche nothwendig waren, den augenblicklichen Zustand aller seiner Bestandtheile im Stadium völliger Temperatur-Ausgleichung zu bestimmen, ehe derselbe durch die Sonnenbeobachtungen beeinflusst würde. Dann kamen die Messungen des Sonnendurchmessers, welche, auf allen Heliometerstationen gleichzeitig vor und nach dem Durchgang ausgeführt, die Controle dafür liefern sollten, dass überall die zur Berechnung der Durchgangsbeobachtung erforderlichen Constanten der Instrumente gleichartig bestimmt seien. Während dieser Messungen wurden die Wolken zahlreicher und grösser, und zwangen einmal ganz abzubrechen; doch nach einer halben Stunde scheint die Sonne wieder dauernd hell und reichliche Zeit vor dem Beginn des Eintritts liegen alle vorbereitenden Beobachtungen in vorschriftsmässiger Vollständigkeit vor. Nun begibt sich jeder Astronom mit einem Gehülfen an den für die Contactbeobachtung ihm zugewiesenen Refractor, denselben für die Beobachtung herzurichten und den Eintritt abzuwarten.

Bei klarstem Sonnenschein und ruhiger Luft sieht der Eine nahe zur erwarteten Zeit den unscheinbaren kleinen Eindruck im Umkreis der Sonne, der den ersten Blick auf den Planeten gewährt: diesen vorher ausserhalb der Sonne zu sehen, wie es 1874 einige Beobachter vermuthet haben, ist nicht möglich gewesen, und ohne allen sichtbaren Anhalt ist es schwierig, das Auge genau auf die richtige Stelle des Sonnenrandes vorher gerichtet zu erhalten; der erste sichtbare Eindruck ist aber so klein gewesen und wächst sichtlich so schnell zu einem Vielfachen an, dass er schwerlich wesentlich verspätet wahrgenommen sein kann und die Beobachtung dieser ersten — unter den vier Contacten freilich am wenigsten wichtigen — Phase als gelungen angesehen werden darf. Welchen Erfolg ein Anderer gehabt hat, bleibt einem jeden verschwiegen, denn keine Communication über das Gesehene darf stattfinden, bis jeder Beobachter einen ausführlichen Bericht über seine Wahrnehmungen mit allen notirten Momenten niedergeschrieben und an den Chef der Expedition abgeliefert hat.

Die innere Berührung beim Eintritt, das zunächst zu beobachtende Moment der Erscheinung, erfolgt erst zwanzig Minuten später. Es ist daher Zeit, und in der Special-Instruction wie jede einzelne am 6. December auszuführende Operation auf die Minute vorgeschrieben, einige Control-Experimente am Heliometer zu wiederholen. Darauf trennen sich die Beobachter wieder. Noch sind mehrere Minuten bis zum kritischen Moment übrig, und die Refractoren sollen ebenfalls bis dicht vor diesem beschattet bleiben, damit nicht durch die Erhitzung der Objective die Schärfe der Bilder beeinträchtigt werde — doch nur einen schnellen Blick vorher nach dem Stande der Dinge: der ganze Umfang des Planeten ist sichtbar, der noch ausserhalb der Sonne stehende Theil der schwarzen Scheibe von einem schmalen aber hellen Lichtfaden umsäumt. Ein Seufzer: »ach ganz wie 1874«; doch der Resignation, wieder nur ein unbestimmtes Phänomen unter peinlicher Befürchtung der Erfolglosigkeit beobachten zu müssen, wird durch Schlimmeres ein Ende gemacht — eben will der Lichtfaden den Rand der Sonne erreichen, da schiebt sich eine dichte Wolke vor dieselbe, und als sie anderthalb Minuten später vorübergezogen ist, steht Venus vollkommen innerhalb des Sonnenrandes, etwa eine halbe Minute vorher mag die Berührung stattgefunden haben.

Nun zum Heliometer zurück. Zuerst soll der Durchmesser der Venus gemessen werden; einmal planmässig durchgeführt, hat die Messung, noch längere Zeit durch die Wolken aufgehalten, eine halbe Stunde beansprucht und kann vorerst nicht mehr, wie wünschenswerth, wiederholt werden, vielmehr müssen, da zehn Uhr vorüber ist, die Distanzmessungen zwischen Venus und Sonnencentrum beginnen.

Für zwei Fälle, wie in der Instruction vorgeschrieben, sind die Schemata vorbereitet; soll dasjenige für unsicheres Wetter, oder das andere, eine symmetrischere Gruppirung der Messungen ergebende, aber irgend längere Unterbrechung derselben nicht vertragende genommen werden? Schnelle Umschau draussen — zahlreiche Wolken schwimmen am Himmel und ihren schnellen Zügen folgt reichlicher Nachschub hinter den Bergen hervor — doch es sei gewagt: »Schema für sicheres Wetter« lautet das Commando, nach welchem die erste Abtheilung der Beobachter das Werk beginnt. Minutenlang hemmen im ersten Satze nicht selten die Wolken, doch die Unterbrechungen werden immer seltener und kürzer, und planmässig, glatt und in allen Wechseln der Beobachtercombinationen ohne Störung, ruhig und geschäftsmässig wie eine gewöhnliche Zeitbestimmung, schreitet die Messung von Satz zu Satz fort. Zwei Astronomen und zwei Gehülfen sind immer zugleich bei der Arbeit, der dritte hat unterdessen eine kurze Pause, um das Auge zu erholen, oder draussen die Glückwünsche der herbeieilenden Bevölkerung zu empfangen, und diesen und jenen zu enttäuschen, der die so unscheinbare kleine schwarze Scheibe, um deren willen die deutschen Gelehrten die weite Meerfahrt gemacht und so wunderbare Bauten aufgeführt haben, in einem etwas abseits aufgestellten Fernrohr zu sehen bekommt.

Es war noch nicht halb zwei Uhr, als schon der achte Messungssatz begonnen wurde, nachdem inzwischen auch eine Wiederholung der weitläufigen Controlbeobachtungen für den Zustand des Instruments eingeschaltet war; noch anderthalb Stunden standen für die heliometrischen Messungen zur Verfügung, und niemand zweifelte mehr, dass der mit Berlin vereinbarte Codex, nach welchem durch ein für jede zu erwartende Combination verabredetes Wort der Ausfall der Beobachtung telegraphisch gemeldet werden sollte, nicht ausreichen würde, den Erfolg von Punta Arenas zu melden. Aber der achte Satz war erst halb vollendet, als plötzlich die Wolken wieder in grösseren Massen kamen, nur mühsam und in langen Pausen kam noch ein Viertel zu Stande, dann wurde es völlig trübe. In den Bergen fiel Regen, und der Rest des Durchgangs wurde verloren gegeben. Doch der zum Sturm anwachsende Wind zerriss die Wolken nach einer halben Stunde wieder, der achte Satz konnte ergänzt und dann noch bei klarem Himmel ein neunter beobachtet und schliesslich die Messung des Venus-Durchmessers wiederholt werden.

Es war nun fast drei Uhr, und die Refractoren mussten auf die in zehn Minuten bevorstehende Beobachtung der inneren Berührung beim Austritt vorbereitet werden. Mit kurzen Belichtungen wird von Minute zu Minute das Heranrücken des Planeten an den Sonnenrand

controlirt, und als noch reichlich eine Minute bis zum kritischen Moment übrig ist, das Objectiv definitiv der Sonne exponirt. Bald erscheint ein leichter Schatten zwischen den Rändern, der allmählich sich verstärkt; in Ergebung in das Unvermeidliche wird die Wiederholung des 1874 die Hoffnung so enttäuschenden Verlaufs erwartet: da erscheint plötzlich in diesem Schatten, zwanzig Secunden nach seinem ersten Entstehen, präcis wie am Modell und nicht um die Secunde zweifelhaft für die Auffassung des freudig erstaunten, doch ruhig die Zeit notirenden Beobachters der feine schwarze Tropfen, der so sicher das Moment der Berührung erkennen lässt. Erst zehn Secunden später wird der Lichtsaum kenntlich, mit dem der Planet in den dunkeln Himmelsgrund hinaustritt, der 1874, viel früher wirksam, die Genauigkeit der Beobachtung so weit herabsetzte. Bald wird klar, was diessmal die Sicherheit auch der Contactbeobachtung ermöglicht hat: wie ein grösseres Stück des Planeten ausgetreten ist, zeigt sich deutlich, wie seinem Rande entlang der Lichtkranz ganz wechselnde Helligkeit hat, und der heimlich erhoffte Zufall hat es ergeben, dass gerade das Minimum der Intensität, ein augenblicklich besonders stark mit Wolken erfüllter Theil der Venus-Atmosphäre, an der Contactstelle sich auf den Sonnenrand projicirt hat.

Der zwanzig Minuten später erfolgende äussere Austritt ist ohne Schwierigkeit zu beobachten, und die Sonne scheint nachher noch lange genug am unbewölkten Himmel, um alle noch erforderlichen Controlbeobachtungen am Heliometer, namentlich neue Messungen des Sonnendurchmessers von allen drei Astronomen in grösster Vollständigkeit zu gestatten. Halb sechs Uhr ist die letzte Einstellung gemacht; schon harrt der schwarze indianische Renner vor der Thür der Sternwarte — nun hinaus mit dem Sturm um die Wette in das goldig blühende Feld, um die von elf Stunden unausgesetzter Anspannung endlich doch erregten Nerven zu beruhigen, ehe die Berichte geschrieben, die langen Reihen der so glücklich geborgenen Zahlen copirt werden!

Die wissenschaftliche Schlacht an der Südspitze des Continents war gewonnen. Die Depeschen, welche das Geschick der anderen deutschen Expeditionen melden sollten, lagen andern Tages bereits gesammelt in Montevideo, aber noch zehn Tage gespannter Erwartung verflossen, bis der nächste Dampfer von dort kam. Er brachte nur Siegesdepeschen: der ganze Feldzug war, wenngleich wider Erwarten auf allen Punkten im Kampf mit den Elementen, geglückt. Hartford meldete acht, Aiken drei, Bahia Blanca sieben vollständige heliometrische Bestimmungen. In Europa war inzwischen ferner bekannt geworden, dass auch ein americanisches Heliometer in Newhaven, ein englisches am Cap der guten Hoffnung erfolgreich gearbeitet und die

Franzosen mit zwei der russischen ihnen übergebenen Heliometer auf zwischenliegenden Stationen Messungen erhalten hatten. Diess gibt ein Gesammtmaterial, von dessen erst in geraumer Frist zu bewältigender Bearbeitung ein erheblicher Fortschritt in der Ermittelung der Sonnenentfernung sicher erhofft werden kann.

An der Magellan-Strasse hatten auch die anderen Expeditionen erwünschten Erfolg gehabt. Hrn. Cruls hatten die Thatsachen schliesslich Recht gegeben, dass er in Punta Arenas geblieben war, er hatte alle vier Contacte beobachtet, denn die von Westen her vorüberziehende Wolke, welche über der deutschen Station so wenige Secunden zu lange verweilte, hatte seine nur anderthalb Kilometer westlicher gelegene Station frühzeitig genug verlassen, um ihm noch eben die Erfassung auch des zweiten Contacts zu gestatten. Im Feuerland hatten die Brasilianer wenigstens die wichtigsten Phasen gesehen. Die Engländer im Osten der Strasse hatten ihre beiden Fernröhre noch in einiger Entfernung von einander aufgestellt, an jedem waren unter unerwartet zahlreichen Wolken auch nur drei Contacte gesehen, aber gerade den dem einen Beobachter fehlenden hatte der andere erhalten.

Zur vollen Sicherung der Resultate waren noch weitere Arbeiten zur Untersuchung der benutzten Instrumente, zu noch genauerer Bestimmung der geographischen Lage der deutschen Station und zum Anschluss der fremdländischen an dieselbe auszuführen, welche die nächsten drei Wochen nach dem Durchgang ausfüllten. Das Wetter hatte gleich wieder seinen gewöhnlichen schlechten und unbeständigen Charakter angenommen, und zudem hinderte die Kürze der unwirthlichen Sommernächte den Fortschritt der wichtigsten Arbeiten sehr, doch wurde ein befriedigender Abschluss rechtzeitig erreicht, um am Jahresschluss die Instrumente wieder zur Einschiffung bereit zu haben. Der für den 3. Januar erwartete Dampfer, welcher die Expedition nach Deutschland zurückbringen sollte, hatte diess Mal auf der Tour von Punta Arenas nach Montevideo den zeitraubenden Umweg über die Falkland-Inseln zu machen; um den letzten Längenanschluss besser zu sichern, wurden deshalb die Chronometer mit einem Beobachter bereits am 28. December mit dem schnellern englischen Postdampfer nach Montevideo vorausgesandt. Es sollte nicht Alles gut gehen; die mitternächtliche Fahrt zu dem weit draussen in der Strasse liegenden Coloss brachte der bis so dicht ans Ende ihrer Arbeit so glücklich verlaufenen Expedition einen Unfall, der um nur weniges der Hälfte ihres Personals und dem ganzen Chronometerpark verhängnissvoll geworden wäre, und der von den Zurückbleibenden als ein schwerer Schlag insbesondere für den Werth der Längenverbindung bitter

empfunden wurde. Erst viele Wochen später ergab sich die beruhigende Gewissheit, dass doch die grosse Mehrzahl der Chronometer ganz brauchbar geblieben war, und neben dem materiellen auch der wissenschaftliche Schaden die anfängliche Befürchtung lange nicht erreichte.

Pünktlich in der ersten Frühe des 3. Januar meldet ein Kanonenschuss von der Rhede die Ankunft der Theben, des Schwesterschiffs des Ramses, mit welchem die Expedition die 44 tägige Meerfahrt nach der Heimath ausführen will. Wie die ersten Strahlen der über dem Feuerland aufgehenden Sonne die Gipfel der Cordillere treffen, glaubt noch einmal in der wunderbaren Durchsichtigkeit des stillen Sommermorgens der von Bord zurückschauende Astronom sich in eine Mondlandschaft versetzt, so klar und scharf in ungebrochener Lichtfülle tritt jedes Relief des reich gegliederten Bodens bis zu den fernsten Bergreihen hervor. Doch schnell, indem der Dampfer vom Ufer abhält, zieht sich das Bild zusammen. Ein ungeheuerer Waldbrand wüthet, schon seit Wochen, ganz in der Nähe des Städtchens und dehnt an den undurchdringlichen grünen Buchenhängen und zwischen den Dickichten von Lorbeer und Myrthen und den Hainen schlanker Magnolien und der köstlichen Cerrolilie das schon so weiten Raum bedeckende grauenhafte Bild des Todes und unbeschreiblicher Verwüstung durch frühere Brände über immer grössere Strecken aus. Bald hilft nur noch die weithin sichtbare Rauchsäule, in dem verkleinerten Landschaftsrahmen die Stelle herauszufinden, welche den deutschen Gelehrten elf Wochen hindurch eine Stätte schwerer Arbeit und harter Anstrengung, aber auch frohen Erfolges in wissenschaftlichem Gewinn und reicher Erfrischung in belebendem Verkehr mit einer wahrhaft grossen Natur und ihren ungekünstelten Kindern gewesen ist. Noch wenige kurze Stunden, dann tritt das Schiff in die Engen ein und erkämpft sich mühsam gegen den gewaltigen Fluthstrom den Weg zum offenen Meer, und wie Cap Negro sich wiederum hinter die Elisabeth-Insel schiebt, verschwindet, wie es vordem märchenhaft aufgestiegen, wie mit einem Zauberschlage das entzückende Panorama der Braunschweig-Halbinsel hinter dem monotonen Küstenrande der öden patagonischen Pampa auf Nimmerwiedersehen dem Auge, um vor der Erinnerung unvergesslich stehen zu bleiben. —

Dass Deutschlands Antheil an der Förderung practischer Astronomie im vorigen Jahrhundert thatsächlich kein so ganz unerheblicher gewesen ist, wie es erscheint, wenn die Geschichte der grossen vorzugsweise lange im Gedächtniss der Nachwelt gebliebenen wissenschaftlichen Unternehmungen seiner fast gänzlich schweigt, habe ich im besondern an Hand der Geschichte dieser Akademie in einem meiner

letzten Vorträge an dieser Stelle nachgewiesen. Dennoch haben wir noch nach hundert Jahren, als wir in der ersten Vorbereitung zur Beobachtung der bevorstehenden wichtigen Phänomene die Geschichte der Unternehmungen von 1761 und 1769 wieder studirten, nur in herber Bitterkeit der untergeordneten Stellung gedenken können, zu welcher Deutschland und seine Gelehrten damals verurtheilt waren. Dank unserm Kaiser und allergnädigsten Herrn, dass uns diese Bekümmerniss von der Seele genommen ist, dass unseren Söhnen und Enkeln solche Gefühle erspart bleiben; Dank Ihm, dass Deutschland im Rathe der Völker von der Stelle wieder Besitz genommen hat, auf der es ihm ziemt mitzurathen und mitzuthun, sei es bei der Ordnung der staatlichen und bürgerlichen Verhältnisse des Welttheils, sei es bei dem grossen Friedenswerk der Erweiterung und Verbreitung der Segnungen menschlicher Erkenntniss, für dessen Förderung ihren erhabenen Beschützer zu preisen in erster Linie unserer Körperschaft zukommt.

Hierauf wurden die statutarisch vorgeschriebenen Jahresberichte über die fortlaufenden grösseren literarischen Unternehmungen der Akademie verlesen.

Hr. Mommsen trug Folgendes vor:

1. Hr. A. Kirchhoff berichtet: Von den griechischen Inschriften ist im Laufe des verflossenen Sommers der zweite Band der dritten Abtheilung der attischen Inschriften, welcher die Sepulcralinschriften der römischen Periode und die Indices zu der hiermit abgeschlossenen dritten Abtheilung enthält, im Druck vollendet worden und zur Ausgabe gelangt. Der Druck des zweiten Bandes der zweiten Abtheilung ist langsam fortgesetzt worden, jetzt indessen so weit gediehen, dass seinem Erscheinen in den Sommermonaten dieses Jahres entgegengesehen werden kann. Die Weih- und Grabinschriften der betreffenden Periode sammt den Indices zur zweiten Abtheilung werden alsdann den Inhalt eines dritten, dieselbe abschliessenden Bandes bilden, von dem zu hoffen steht, dass er in nicht allzulanger Frist wird vollendet werden können. Ausserdem haben in dem abgelaufenen Jahre die Vorarbeiten zur Herstellung eines Corpus der Inschriften Nordgriechenlands und der angrenzenden Gebiete, einschliesslich der Nordgestade des Pontus, begonnen, deren Redaction Prof. Dittenberger in Halle übernommen hat, und ist die

Bearbeitung der griechischen Inschriften Italiens und Siciliens durch Prof. Kaibel in Rostock so weit gefördert worden, dass der Beginn des Druckes als in nicht zu ferner Aussicht stehend bezeichnet werden darf.

2. Von dem lateinischen Inschriftenwerk ist von der stadtrömischen Abtheilung der zweite Band erschienen, der Druck des dritten unmittelbar sich anschliessenden begonnen. Von den beiden Unteritalien umfassenden Bänden ist der zehnte (die Westhälfte nebst Sicilien und Sardinien) bis auf wenige Blätter ausgedruckt und wird im nächsten Monat zur Ausgabe gelangen, der neunte, (die Osthälfte) bis auf die im Manuscript fertigen Indices ebenfalls ausgedruckt. Von den drei Bänden, die Mittelitalien, das alte Latium und Südfrankreich umfassen werden, ist der Druck stetig fortgesetzt worden. Es sind demnach sämmtliche Abtheilungen des Werkes mit Ausnahme der Nordfrankreich und Westdeutschland umfassenden entweder vollendet oder im Druck begriffen. Von den Supplementen ist ausser dem für Spanien bestimmten das africanische, in welchem Gebiet die Inschriftenfunde massenhaft wie nirgends sonst erfolgen und also auch das Bedürfniss der supplementarischen Publication rascher als irgendwo sonst sich geltend macht, durch Hrn. J. Schmidt in Halle in Angriff genommen worden. Auch sind vorbereitende Schritte geschehen, um von dem vergriffenen ersten Bande eine zweite veränderte Auflage zu veranstalten.

3. Hr. Prof. Hübner hat über die Palaeographie der lateinischen Inschriften von Caesar's Tod bis auf Justinian an die Akademie berichtet, dass der Druck am 1. April d. J. beginnen wird.

4. Im Namen der akademischen Commission für die Herausgabe der Commentatoren des Aristoteles theilte Hr. Diels folgenden Bericht mit:

Die Arbeiten für die Herausgabe der Aristoteles-Commentatoren sind im verflossenen Jahre in folgendem Umfange gefördert worden. Die Paraphrase des Sophonias zur Schrift de anima wurde von Hrn. Hayduck (Marienburg) zum erstenmale publicirt. Sie bildet mit der ähnlichen Paraphrase der Categorien, welche ebenfalls bisher ungedruckt war, die erste Hälfte des vor einem Monate erschienenen 23. Bandes unserer Sammlung. Für die zweite Hälfte dieses Bandes, welche zwei vermuthlich demselben Sophonias angehörige ungedruckte Paraphrasen zur ersten Analytik und zu den Sophistici elenchi umfassen wird, ist das Material beschafft worden, so dass im Laufe des nächsten Jahres der ganze Band vollendet werden dürfte. Der Druck der von Hrn. Wallies (Berlin) besorgten Ausgabe des Alexander in priora Analytica (Bd. II 1) ist zur Hälfte vollendet, das Material zu Alexanders Topik

(II 2) liegt bereit. Der in Aussicht genommene Druck des Philoponus in Physica hat noch nicht unternommen werden können, da der Herausgeber, Hr. Vitelli (Florenz), bisher unbekanntes handschriftliches Material in Neapel aufgefunden hat, das erst ausgebeutet werden musste. Die Vorarbeiten zur Herausgabe von Alexanders Metaphysik sind durch Hrn. Freudenthal (Breslau) gefördert worden, der namentlich die Frage nach dem echten Alexander durch Untersuchung des Averroes ins Auge gefasst hat. Die hierauf bezügliche Abhandlung des genannten Gelehrten wurde durch die kürzliche Auffindung des lange gesuchten arabischen Textes verzögert, wird aber wohl demnächst vorgelegt werden können. Die Bearbeitung des Asclepius zur Metaphysik hat Hr. Belger (Berlin) begonnen; es ist zu hoffen, dass das Manuscript im Laufe des nächsten Jahres zum Drucke gelangen wird. Hr. Bruns (Göttingen) hielt sich in unserm Auftrage im September vorigen Jahres in Venedig auf, um die im Jahre 1881 begonnene Vergleichung der kleineren Schriften Alexanders zu vollenden. Es kam hauptsächlich der Marcianus 258 in Betracht, der für die Textgestaltung der kleineren Schriften des Alexander maassgebend ist. Hr. Bruns ist damit beschäftigt zunächst eine Ausgabe von περὶ ψυχῆς vorzubereiten. Mit der Sammlung des Materials für die Commentare zur Ethik war Hr. Heylbut (Göttingen) diesen Winter auf den italiänischen Bibliotheken beschäftigt. Er hat während dieser Zeit die Vorbereitungen, namentlich zu Aspasius, fast vollständig abgeschlossen und ist eben in Paris beschäftigt, seine aus Handschriften von Leyden, Modena, Florenz und Rom genommenen Abschriften und Collationen zu vervollständigen. Durch den Erwerb der Hamilton-Sammlung haben wir eine recht gute Handschrift des David (n. 328) hierher bekommen, die meist Ungedrucktes enthält. Die Abschrift dieser Tractate ist zum grossen Theile, die Collation der bereits publicirten Stücke vollständig erledigt.

5. Hr. Duncker trug Folgendes vor:

Von der politischen Correspondenz König Friedrich's II. sind, wie seit dem Beginn dieser Publication, auch im abgelaufenen Jahre wiederum zwei Bände, der achte und neunte ausgegeben worden. Dieselben umfassen die Weisungen des Königs von der Mitte des Jahres 1750 bis zur Mitte des Jahres 1753. An Bedeutung stehen die hier ans Licht tretenden Urkunden hinter denen der früheren Bände in keiner Weise zurück. Sie gehören der Zeit einer Wandelung der politischen Constellation zu Ungunsten des Königs an. War der erste Versuch seiner Gegner, Preussen nach dem Aachener Frieden zu treffen, daran gescheitert, dass Bestuschew den Angriff zu scharf gegen den Ver-

bündeten Preussens, gegen Schweden richtete, wodurch sich Schwedens Freunde und Russlands Feinde: Frankreich, Dänemark und die Pforte zu Schwedens Schutz auf Preussens Streitkraft angewiesen sahen, so gelang es auch in dieser Periode dem Könige noch ein Mal, seinen Gegnern eine diplomatische Niederlage beizubringen, in der Vereitelung der von König Georg II. angeregten und betriebenen, von Österreich aufgenommenen Wahl des Erzherzogs Joseph einen politischen Erfolg zu verzeichnen. Seitdem aber wird sein Stützpunkt im Westen in demselben Maasse schwächer, als Eifer, Einverständniss und Leidenschaft seiner Gegner wachsen. Die Wolken ziehen sich dichter und dichter um Preussen zusammen. Dank der gespannten Aufmerksamkeit, der rastlosen Thätigkeit, zu der König Friedrich seine Vertreter im Auslande zu spornen wusste, entgieng ihm nichts oder doch nur Geringes von den Plänen, die immer rühriger gegen ihn gesponnen wurden. Frankreichs Haltung verlor mehr und mehr an Umblick, Nachdruck und Festigkeit; der Mangel eines durchgreifenden Willens wurde sehr fühlbar, die Geschäftsleitung des Herrn de Saint Contest stand weit hinter der des Marquis de Puysieulx zurück. Thatlos liess man trotz aller Vorstellungen Friedrich's geschehen, dass sich die Bourbonen Spaniens gegen den Familienpact von Frankreich trennten, um sich Österreich in die Arme zu werfen, dass Parma, Sardinien und Modena desselben Weges giengen, dass Österreich Herr in Italien wurde. Unter den Augen Frankreichs und trotz der Subsidien Frankreichs drängt das verkehrte Verhalten seines Vertreters in Stockholm, der für den Adel Partei nimmt, den schwedischen Hof auf die Seite Russlands, die Mahnungen Friedrich's finden in Stockholm kein Gehör mehr. Ebenso wenig weiss Frankreich in Kopenhagen den Grafen Bernstorff zu hindern, Dänemark in das englisch-russische Fahrwasser zu bringen. Vergebens zeigt der König dem französischen Cabinet, wie es auf allen Seiten, selbst in Polen und an der hohen Pforte von geschickteren und thätigeren Gegnern überholt ist.

Die Weigerung Englands, den während des letzten Seekrieges durch englische Kaper der preussischen Seefahrt wider das Recht der Neutralen zugefügten Schaden zu erstatten, bewog den König, den Rest des von England vormals Österreich vorgestreckten, auf Schlesien hypothecirten Darlehens mit Beschlag belegen zu lassen. Das englische Cabinet forderte die Hülfe seiner Bundesgenossen Österreich und Russland. Die russische Staatsconferenz, welche hierüber Beschluss zu fassen hatte, stellte die Erstrebung der Demüthigung des Hauses Brandenburg als obersten Grundsatz der russischen Politik hin. Die Kaiserin Elisabeth bezeichnete das Protokoll dieser Sitzung der Staatsconferenz vom 26. Mai 1753 als ihr politisches Testament. Es handelte sich

nur noch um die Miethspreise, welche England für die Bereithaltung, danach für die Verwendung von 55000 Russen und 10000 Kosaken und Baschkiren, die zu Lande, von 15000 Russen, die auf den Galeeren eingeschifft, in Preussen einbrechen sollten, zu zahlen hatte. Der König erwartete den Angriff im Frühjahr 1754.

Der zehnte Band der Correspondenz — er gibt diese bis zum Schluss des Jahres 1754 — ist im Druck bereits grössten Theils hergestellt, der elfte Band, der bis zum Ausbruch des siebenjährigen Krieges führen wird, in der Handschrift nahezu abgeschlossen. Der Beendigung des zweiten Bandes der Staatsschriften in der Handschrift darf zum Herbste dieses Jahres entgegengesehen werden.

6. Hr. Weierstrass hat betreffs der neuen Herausgabe der Werke der Mathematiker Steiner, Jacobi und Dirichlet mitgetheilt, dass im Jahre 1882 (seit der öffentlichen Sitzung vom 23. März) erschienen sind: der zweite (und letzte) Band von Steiner's Werken und der zweite Band von Jacobi's Werken. (Der Druck des dritten Bandes hat begonnen.)

Schliesslich folgte die gleichfalls statutarisch vorgeschriebene Berichterstattung der mit der Akademie verbundenen Stiftungen und wissenschaftlichen Institutionen.

7. Die vorberathende Commission der Bopp-Stiftung hat zur heutigen Sitzung folgenden Bericht eingereicht:

Nachdem im Sommer 1881 durch Beschluss der Königlichen Akademie, mit Genehmigung des vorgesetzten Ministeriums, der nach §. 11 des Statuts der Bopp-Stiftung bei der Feier des Leibnizischen Jahrestages zu erstattende Bericht über dieselbe, ebenso wie die Berichte über die anderen zur Akademie in Bezug stehenden wissenschaftlichen Stiftungen und Institute, auf die zur Feier des Geburtstages des derzeit regierenden Herrschers abzuhaltende öffentliche Sitzung verlegt worden ist, beehrt sich die unterzeichnete Commission hiermit, für die bevorstehende Feier des Geburtstages Seiner Majestät des Kaisers und Königs folgenden kurzen Bericht über die Wirksamkeit der Stiftung im vergangenen Jahre und über den Vermögensstand derselben zu erstatten.

Für den 16. Mai, als den Jahrestag der Bopp-Stiftung, ist im vorigen Jahre die Verwendung des zur Disposition stehenden Jahresertrages von 1881 nach §. 1, 2 des Statuts zur »Unterstützung wissenschaftlicher Unternehmungen« beschlossen worden; und zwar wurden dem Privatdocenten Dr. K. Brugman in Leipzig in Anerkennung und

zur Unterstützung seiner sprachwissenschaftlichen Studien 900 Mark, dem Privatdocenten Dr. Th. Zachariae in Greifswald zu einer Reise nach London zur Collationirung daselbst befindlicher Handschriften sanskritischer Glossare 450 Mark zugetheilt. — Der Gesammtertrag der Stiftung beträgt zur Zeit 1583 Mark.

Die vorberathende Commission der Bopp-Stiftung.

Weber. Müllenhoff. Steinthal. Dillmann. Schmidt.

8. Hr. du Bois-Reymond, als Vorsitzender des Curatoriums der Humboldt-Stiftung, verlas folgenden Bericht:

Das Curatorium der Humboldt-Stiftung für Naturforschung und Reisen erstattet statutenmässig Bericht über die Wirksamkeit der Stiftung im verflossenen Jahre.

Das Curatorium verlor durch den Tod den Geheimen Ober-Regierungs- und vortragenden Rath, Hrn. Dr. Goeppert. An seiner Stelle ernannte der Minister der geistlichen, Unterrichts- und Medicinal-Angelegenheiten, Hr. von Gossler Excellenz, zu seinem Vertreter den Geheimen Regierungs- und vortragenden Rath, Hrn. Dr. Althoff.

Über den mit Stiftungsmitteln reisenden Hrn. Dr. Otto Finsch wurde zuletzt mitgetheilt, dass er laut Brief vom 1. November 1881 von der Thursday-Insel in der Torresstrasse aus die Prince of Wales-Insel besucht hatte, und einen Ausflug nach den Inseln Horne und Jervis (Mabiak) beabsichtigte. Letztere Insel bot wider Erwarten gar nichts Eigenthümliches in zoologischer Hinsicht dar. Nach einem darauf folgenden mehrwöchentlichen Aufenthalt auf Cape York kehrte Hr. Dr. Finsch am 22. December 1881 nach der Thursday-Insel zurück, um im Januar 1882 von da nach Annapata, Port Moresby in Neu-Guinea, zu gehen, wo er bis zum Juni blieb. Während dieser Zeit besuchte er den Küstenstrich von Freshwater-Bay bis Keppe-Bay. Er wurde dann genöthigt, nach Laloki zu gehen, um sich Träger für seine Sammlungen zu verschaffen. In Ermangelung besserer Gelegenheit musste er mit einem Trepangfischerboote die Rückreise von der Darnley-Insel nach der Thursday-Insel machen, wo er am 26. Juni wieder anlangte. Von da wandte er sich dann im Juli heimwärts, gieng zuerst nach Batavia, und traf im October, nach mehr als dreijähriger Abwesenheit, glücklich wieder hier ein.

Mittlerweile sind von ihm noch drei Sendungen, die siebente, achte und neunte, wohlbehalten hier angekommen. Die siebente enthielt Säugethiere und Vögel aus Neu-Britannien und Neu-Seeland, Reptilien, Fische, Insecten, Crustaceen und Würmer aus Neu-Seeland. Die achte enthielt die in der Torresstrasse und auf dem Cape York während der

drei letzten Monate des Jahres 1881 gesammelten Gegenstände, und die neunte die auf Neu-Guinea von Januar bis Juni 1882 gemachte Sammlung, in welcher sich auch mehrere Exemplare des vor wenigen Jahren im Innern von Port Moresby entdeckten Stachelschnabelthieres, *Tachyglossus Lawesii* RAMSAY, befinden.

Die Gesammtheit der von Hrn. Dr. FINSCH während der Jahre 1879 bis 1882 gemachten Sammlungen umfasst 37639 zoologische Gegenstände, darunter 31700 Wirbellose; etwa 1000 Pflanzen; 310 Stück Mineralien; 274 Menschenschädel; 154 Gypsmasken; endlich 3500 ethnographische Gegenstände.

Das Capital der Stiftung hat im Jahre 1882 keinen Zuwachs erhalten. Die Königl. Akademie der Wissenschaften beschloss, die im Jahre 1882 bei der Stiftung verfügbaren Mittel vorläufig nicht auszugeben, sondern mit späteren Einkünften vereinigt für ein grösseres in Zukunft auszuführendes Unternehmen aufzubewahren. Die für das laufende Jahr zu Stiftungszwecken verwendbare Summe beläuft sich ordnungsmässig abgerundet auf 17700 Mark.

9. Hr. WAITZ verlas folgenden Jahresbericht der Central-Direction der Monumenta Germaniae historica:

Den mir heute obliegenden Bericht über den Fortgang der Monumenta Germaniae historica glaube ich auf die im Lauf des letzten Jahres vollendeten oder unmittelbar vor dem Abschluss stehenden Publicationen beschränken zu sollen, indem ich bald an anderer Stelle ausführlicher von dem ganzen Umfang der Arbeiten Nachricht zu geben habe.

Die fertig gewordenen Bände gehören verschiedenen Abtheilungen und verschiedenen Perioden der deutschen Geschichte an.

Band XXVI der Scriptores setzt die Reihe der für die Staufische Periode und die zweite Hälfte des 13. Jahrhunderts in Betracht kommenden Geschichtschreiber fort. Er umfasst ausschliesslich solche Stücke, die in Frankreich, Flandern einbegriffen, geschrieben sind, und bezieht sich demnach vorzugsweise auf Ereignisse, welche Flandern, Lothringen und das alte Königreich Burgund betreffen. Doch finden sich auch für andere Verhältnisse hier wichtige Mittheilungen, für die Verhandlungen der Kaiser mit den wiederholt in Frankreich verweilenden Päpsten, für den Kreuzzug Konrad III., für die Kämpfe der letzten Staufer mit Karl von Anjou in Italien u. a. Ein Theil der Werke, die in Betracht kamen, ist in französischer und provenzalischer Sprache geschrieben, und wir haben uns bei ihrer Bearbeitung der Hülfe des Collegen TOBLER zu erfreuen gehabt, der ausserdem die Französische

Reimchronik des Philipp Mousket nach neuer Vergleichung der einzigen Pariser Handschrift selbständig bearbeitet hat. Andere Stücke sind von Molinier in Paris, Pannenborg in Göttingen, Brosien hier und dem ständigen Mitarbeiter dieser Abtheilung Holder-Egger herausgegeben.

Einer etwas späteren Zeit gehört die durch mannigfache Nachrichten auch zur Cultur- und Literaturgeschichte des 14. Jahrhunderts bekannte Limburger Chronik an, von der eine neue Ausgabe sich der Reihe der Deutschen Chroniken (IV, 1) anschliesst. Dem Bearbeiter Archivar Wyss in Darmstadt ist es gelungen, mit Hülfe hier zuerst benutzter Handschriften den Text wesentlich zu verbessern, den Verfasser in der Person des Schreibers Tilemann Elhen von Wolfhagen zu ermitteln, auch die sprachlichen Eigenthümlichkeiten desselben aus einer Reihe von im Anhang aus den Archiven von Wiesbaden und Limburg mitgetheilten Urkunden festzustellen.

In eine andere Periode versetzt die Ausgabe des dem Bischof von Naumburg Waltram (oder Walram) zugeschriebenen Liber de unitate ecclesiae, das zu den Streitschriften in der Zeit Heinrich IV. und Gregor VII. gehört und vorläufig in einer Octavausgabe neu herausgegeben ist, bearbeitet von Dr. Schwenkenbecher in Glogau, der mehrere Jahre hindurch sich eingehend mit dieser Schrift und der in ihr benutzten älteren kirchenrechtlichen und patristischen Literatur beschäftigt hat.

In der Abtheilung Leges erschien die erste Hälfte der für die Rechtsgeschichte so wichtigen Formelsammlungen des Fränkischen Reichs von der älteren Merovingischen Zeit bis hinab zu Ludwig d. Fr., auf Grund eines reichen handschriftlichen Materials neu bearbeitet von Dr. Zeumer. Es schliesst sich daran die Ausgabe eines Pariser Codex, welcher eine dieser Sammlungen in Tironischen Noten enthält, in phototypischer Nachbildung mit Erklärung von Director Schmitz in Cöln, der der Akademie eine besondere Unterstützung hat zu theil werden lassen.

Die Abtheilung Diplomata unter Leitung des Hofraths Prof. Sickel in Wien veröffentlichte die zweite Abtheilung des ersten Bandes, enthaltend die Urkunden Otto I. bis zur Kaiserkrönung. Der weitere Fortgang des Drucks ward eine Zeit lang unterbrochen durch eine umfassende Untersuchung über die berühmte Urkunde des Kaisers für Papst Johann XII., deren oft bestrittene Echtheit zuerst durch ein von Theiner an Pertz mitgetheiltes Facsimile, das sich in unseren Sammlungen fand, dann durch die Sickel in Rom gewährte Einsicht des Originals vollständig erwiesen worden ist. Eine darauf bezügliche Abhandlung von Sickel ist soeben ausgegeben worden.

Ebenfalls den Beziehungen von Kaiser und Reich zu den Päpsten gehört der umfangreiche Band an, der die Abtheilung Epistolae eröffnet, Abschriften aus den im Vaticanischen Archiv bewahrten Regesten der Päpste Honorius III. und Gregor IX., die für die Geschichte Kaiser Friedrich II. die grösste Wichtigkeit haben. Schon vor mehr als 60 Jahren war es Pertz gelungen, dieselben zu erlangen, aber nur ein sehr kleiner Theil ist von ihm bekannt gemacht worden. Jetzt hat unter Prof. Wattenbach's Leitung Dr. Rodenberg die Sammlung, soweit es möglich war, ergänzt und mit den nöthigen Erläuterungen und Registern versehen.

Von dem achten Bande des Neuen Archivs, das ebenfalls Prof. Wattenbach herausgibt, sind zwei Hefte erschienen, das dritte befindet sich im Druck.

Wenn aus den Abtheilungen Auctores antiquissimi unter Leitung des Prof. Mommsen und Antiquitates, der Prof. Dümmler in Halle vorsteht, in diesem Jahre keine Bände zur Ausgabe gelangt sind, so hat deshalb die Arbeit und auch die Drucklegung hier keineswegs geruht. Es genügt zu bemerken, dass sich in der ersten fünf, in dieser zwei Bände im Druck befinden, ausserdem in der Abtheilung Scriptores noch drei, in der Leges zwei, von der Epistolae eine, so dass unter Zurechnung des dritten Theils Diplomata nicht weniger als vierzehn verschiedene Publicationen im gange sind, denen sich im Lauf des nächsten Jahres voraussichtlich wenigstens drei weitere anschliessen werden.

10. Hr. Conze übergab den Jahresbericht der Central-Direction des Kaiserlichen Archaeologischen Instituts, welcher nach der bevorstehenden Jahresversammlung der Institutsleitung ausführlich in den Sitzungsberichten der Akademie mitgetheilt werden wird.

Ausgegeben am 22. März.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

drei letzten Monate des Jahres 1881 gesammelten Gegenstände, und die neunte die auf Neu-Guinea von Januar bis Juni 1882 gemachte Sammlung, in welcher sich auch mehrere Exemplare des vor wenigen Jahren im Innern von Port Moresby entdeckten Stachelschnabelthieres, *Tachyglossus Lawesii* Ramsay, befinden.

Die Gesammtheit der von Hrn. Dr. Finsch während der Jahre 1879 bis 1882 gemachten Sammlungen umfasst 37639 zoologische Gegenstände, darunter 31700 Wirbellose; etwa 1000 Pflanzen; 310 Stück Mineralien; 274 Menschenschädel; 154 Gypsmasken; endlich 3500 ethnographische Gegenstände.

Das Capital der Stiftung hat im Jahre 1882 keinen Zuwachs erhalten. Die Königl. Akademie der Wissenschaften beschloss, die im Jahre 1882 bei der Stiftung verfügbaren Mittel vorläufig nicht auszugeben, sondern mit späteren Einkünften vereinigt für ein grösseres in Zukunft auszuführendes Unternehmen aufzubewahren. Die für das laufende Jahr zu Stiftungszwecken verwendbare Summe beläuft sich ordnungsmässig abgerundet auf 17700 Mark.

9. Hr. Waitz verlas folgenden Jahresbericht der Central-Direction der Monumenta Germaniae historica:

Den mir heute obliegenden Bericht über den Fortgang der Monumenta Germaniae historica glaube ich auf die im Lauf des letzten Jahres vollendeten oder unmittelbar vor dem Abschluss stehenden Publicationen beschränken zu sollen, indem ich bald an anderer Stelle ausführlicher von dem ganzen Umfang der Arbeiten Nachricht zu geben habe.

Die fertig gewordenen Bände gehören verschiedenen Abtheilungen und verschiedenen Perioden der deutschen Geschichte an.

Band XXVI der Scriptores setzt die Reihe der für die Staufische Periode und die zweite Hälfte des 13. Jahrhunderts in Betracht kommenden Geschichtschreiber fort. Er umfasst ausschliesslich solche Stücke, die in Frankreich, Flandern einbegriffen, geschrieben sind, und bezieht sich demnach vorzugsweise auf Ereignisse, welche Flandern, Lothringen und das alte Königreich Burgund betreffen. Doch finden sich auch für andere Verhältnisse hier wichtige Mittheilungen, für die Verhandlungen der Kaiser mit den wiederholt in Frankreich verweilenden Päpsten, für den Kreuzzug Konrad III., für die Kämpfe der letzten Staufer mit Karl von Anjou in Italien u. a. Ein Theil der Werke, die in Betracht kamen, ist in französischer und provenzalischer Sprache geschrieben, und wir haben uns bei ihrer Bearbeitung der Hülfe des Collegen Tobler zu erfreuen gehabt, der ausserdem die Französische

Reimchronik des Philipp Mousket nach neuer Vergleichung der einzigen Pariser Handschrift selbständig bearbeitet hat. Andere Stücke sind von Molinier in Paris, Pannenborg in Göttingen, Brosien hier und dem ständigen Mitarbeiter dieser Abtheilung Holder-Egger herausgegeben.

Einer etwas späteren Zeit gehört die durch mannigfache Nachrichten auch zur Cultur- und Literaturgeschichte des 14. Jahrhunderts bekannte Limburger Chronik an, von der eine neue Ausgabe sich der Reihe der Deutschen Chroniken (IV, 1) anschliesst. Dem Bearbeiter Archivar Wyss in Darmstadt ist es gelungen, mit Hülfe hier zuerst benutzter Handschriften den Text wesentlich zu verbessern, den Verfasser in der Person des Schreibers Tilemann Elhen von Wolfhagen zu ermitteln, auch die sprachlichen Eigenthümlichkeiten desselben aus einer Reihe von im Anhang aus den Archiven von Wiesbaden und Limburg mitgetheilten Urkunden festzustellen.

In eine andere Periode versetzt die Ausgabe des dem Bischof von Naumburg Waltram (oder Walram) zugeschriebenen Liber de unitate ecclesiae, das zu den Streitschriften in der Zeit Heinrich IV. und Gregor VII. gehört und vorläufig in einer Octavausgabe neu herausgegeben ist, bearbeitet von Dr. Schwenkenbecher in Glogau, der mehrere Jahre hindurch sich eingehend mit dieser Schrift und der in ihr benutzten älteren kirchenrechtlichen und patristischen Literatur beschäftigt hat.

In der Abtheilung Leges erschien die erste Hälfte der für die Rechtsgeschichte so wichtigen Formelsammlungen des Fränkischen Reichs von der älteren Merovingischen Zeit bis hinab zu Ludwig d. Fr., auf Grund eines reichen handschriftlichen Materials neu bearbeitet von Dr. Zeumer. Es schliesst sich daran die Ausgabe eines Pariser Codex, welcher eine dieser Sammlungen in Tironischen Noten enthält, in phototypischer Nachbildung mit Erklärung von Director Schmitz in Cöln, der der Akademie eine besondere Unterstützung hat zu theil werden lassen.

Die Abtheilung Diplomata unter Leitung des Hofraths Prof. Sickel in Wien veröffentlichte die zweite Abtheilung des ersten Bandes, enthaltend die Urkunden Otto I. bis zur Kaiserkrönung. Der weitere Fortgang des Drucks ward eine Zeit lang unterbrochen durch eine umfassende Untersuchung über die berühmte Urkunde des Kaisers für Papst Johann XII., deren oft bestrittene Echtheit zuerst durch ein von Theiner an Pertz mitgetheiltes Facsimile, das sich in unseren Sammlungen fand, dann durch die Sickel in Rom gewährte Einsicht des Originals vollständig erwiesen worden ist. Eine darauf bezügliche Abhandlung von Sickel ist soeben ausgegeben worden.

Beiträge aus dem Buch der Jubiläen zur Kritik des Pentateuch-Textes.

Von A. Dillmann.

(Vorgetragen am 1. März [s. oben S. 277].)

Zur Controle des hebräischen Bibeltextes, wie er in den drei bis vier Jahrhunderten zwischen der Herstellung der Septuaginta-Übersetzung und der Übersetzung des Aquila bei den Palästinern gelesen wurde, fehlen uns bekanntermaassen die Hilfsmittel fast ganz. Die meisten der jüdischen Schriften dieses Zeitraums stammen aus der hellenistischen Gemeinde, in der man sich an die LXX anschloss, und die hebräisch-aramäischen Schriften aus jener Zeit, die uns übrigens gar nicht in ihrem Urtext, sondern nur in (meist griechischen) Übersetzungen zugekommen sind, enthalten höchstens eine wenige, nicht einmal wörtliche Anführungen einzelner Bibelstellen, geben also in der angeführten Richtung nur spärliche Ausbeute. Bei dieser Sachlage dürfte es nicht überflüssig erscheinen, das lange verloren gewesene, seit etlichen und dreissig Jahren aber wieder näher bekannt gewordene Buch der Jubiläen (auch Leptogenesis genannt), welches ein ganzes Fünftheil des Pentateuch (Gen. 1 bis Ex. 12), zwar meist in freier, neujüdischer Weise und für bestimmte Zwecke zurechtgemacht, aber oft genug auch wörtlich reproducirt, einer genaueren Untersuchung zu unterwerfen, um dadurch festzustellen, ob und wie weit der in demselben vorausgesetzte hebräische Text des Pentateuch mit dem amtlichen oder massoretischen Text übereinstimme. Nach den zerstreuten Bemerkungen darüber, welche ich bei Gelegenheit meiner deutschen Übersetzung des Buches[1] gegeben habe, hat zwar H. Rönsch[2] in seiner gelehrten Bearbeitung der Fragmente der altlateinischen Übersetzung des Buches S. 196—211 die Beantwortung der Frage schon

[1] In Ewald, Jahrb. der bibl. Wissenschaft 1849 und 1850. II. S. 230—256, III. S. 1—96, namentlich S. 88 f.

[2] H. Rönsch, das Buch der Jubiläen, unter Beifügung des revidirten Textes der in der Ambrosiana aufgefundenen Fragmente u. s. w., erläutert und untersucht. Leipzig 1874.

1883.

XV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

29. März. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Der vorsitzende Secretar machte, zur Ergänzung seines in der letzten öffentlichen Sitzung erstatteten Berichts über die Expedition nach Punta Arenas, einige nähere Mittheilungen über die Beobachtung des Venus-Durchgangs durch die deutschen Expeditionen in Hartford, Aiken und Bahia Blanca.

2. Hr. von Helmholtz legte eine Abhandlung des Hrn. Prof. F. Kohlrausch in Würzburg: Über ein Verfahren elektrische Widerstände unabhängig von Zuleitungswiderständen zu vergleichen vor. Dieselbe wird mit dem Bericht über die nächste Gesammtsitzung ausgegeben werden.

3. Hr. Mommsen brachte ein an Hrn. Hagen gerichtetes Schreiben des Hrn. Baumeisters Bassel zur Kenntniss, worin letzterer von der Auffindung der antiken unterirdischen Wasserleitung von Boscoreale nach Pompeji Mittheilung macht.

4. Derselbe legte ferner eine photolithographische Abbildung vor von einer der im Auftrag der Verwaltung der Königl. Museen und der Akademie durch Hrn. Dr. Humann hergestellten Gypsplatten des augustischen Monumentum Ancyranum.

5. Durch Verfügungen des vorgeordneten Ministeriums vom 28. Februar bez. 5. März werden folgende von der philosophisch-historischen Classe beschlossenen Geldbewilligungen bestätigt: von

optimas), nicht τὴν καλήν. — 27, 18 וַיָּבֹא (ወቦአ፡, lat. 26, 10 et introivit), nicht καὶ εἰσήνεγκεν. — 27, 20 מִהַרְתָּ לִמְצֹא (አፍጠንከ፡ረኪበ፡, lat. 26, 11 adcelerasti invenire), nicht ταχὺ εὗρες. — 27, 29 לְאֻמִּים, nicht ἄρχοντες. — ibid. אִמֶּךָ, nicht τοῦ πατρός σου. — 27, 37 הֵן, nicht εἰ. — 27, 38 hat er das κατανυχθέντος δὲ Ἰσαάκ der LXX nicht. — 27, 42 מִתְנַחֵם (ይትቄየመከ፡), nicht ἀπειλεῖ. — 27, 46 מִפְּנֵי, nicht διά. — 28, 3 אֵל שַׁדַּי (አምላክ፡ሰዳይ፡ A), nicht ὁ θεός μου. — 28, 13 נִצָּב (ይቀውም፡), nicht ἐπεστήρικτο. — ibid. אֲנִי יְהוָה אֱלֹהֵי, nicht ἐγώ εἰμι ὁ θεός. — 28, 14 יָמָּה וָקֵדְמָה (ውስተ፡ባሕር፡ወጽባሕ፡), nicht ἐπὶ θάλασσαν καὶ λίβα. — 28, 16 אָכֵן (አማን፡), nicht ὅτι. — 28, 18 וַיַּשְׁכֵּם (ወጊሠ፡), nicht καὶ ἀνέστη. — 28, 21 וְשַׁבְתִּי (ወተመየጥኩ፡), nicht καὶ ἀποστρέψῃ με. — 28, 22 יִהְיֶה (ይኩን፡), nicht ἔσται μοι. — 29, 25 רִמִּיתָנִי (ገፋዕከኒ፡), nicht παρελογίσω με. — 35, 4 אֵלָה (ድርዮስ፡ δρυός), nicht τερέβινθον. — 35, 21 לְמִגְדַּל עֵדֶר (መግድልራኢፍ፡ und var.; lat. 33, 1), was in LXX fehlt. — 36, 35 עֲוִית (አውኢት፡), nicht Γετθαίμ. — 36, 36 שַׂמְלָה (ሰልማን፡), nicht Σαμαδά. — 36, 37 רְחֹבוֹת הַנָּהָר (ረአቦት፡ፈለግ፡), nicht Ῥοωβὼθ τῆς παρὰ ποταμόν. — 36, 39 ohne υἱὸς Βαράδ der LXX. — 40, 1 ff. שַׂר הָאֹפִים (ሊቀ፡ሐባዝት፡), nicht ἀρχισιτοποιός. — 38, 12 בַּת־שׁוּעַ (ቤድሱኤል፡, lat. 41, 7 Bethsuae) nicht Σαυά. — 38, 23 פֶּן־נִהְיֶה לָבוּז (ከመ፡ኢንኩን፡ለስላቀ፡, aber lat. 41, 14 ne forte derideat nos), nicht ἀλλὰ μή ποτε καταγελασθῶμεν. — 38, 25 לְאִישׁ (ሎቱ፡ዐነስኩ፡, nur lat. 41, 17 ex ipso ego in utero habeo), nicht ἐκ τοῦ ἀνθρώπου. — 40, 3 בֵּית שַׂר (ውስተ፡ቤቱ፡ለሊቀ፡, lat. 39, 17 in domum principis), nicht παρὰ τῷ ἀρχ. — 41, 45 צָפְנַת פַּעְנֵחַ (ስፋንጢፋንስ፡), nicht Ψονθομφανήχ. — 45, 22 חֲלִפוֹת שְׂמָלֹת (አልባሰ፡ሕብር፡)[1], nicht δισσάς und ἐξαλλασσούσας στολάς (was Gen. Aeth. ዐሪዘ፡በበ፡ክልኤቱ፡ und ዐሪዘ፡በዘ፡ያስተብረ wiedergibt). — ibid. כֶּסֶף, nicht χρυσοῦς. — 46, 10 כְּנַעֲנִית (ፊኒሰዊት) Phoinissae, nicht Χαναανίτιδος. — 46, 21 geht er mit dem hebr., nicht dem LXX Text, obwohl die Namen sehr entstellt sind. — 46, 28 לְהוֹרֹת לְפָנָיו גֹּשְׁנָה (ከመ፡ያስተሐይጽ፡ምድረ፡ጌሰም፡), nicht συναντῆσαι αὐτῷ καθ' Ἡρώων πόλιν. — 47, 13 מִפְּנֵי הָרָעָב (እምቅድመ፡ገጸ፡ዐበር፡, lat. 45, 9 a facie famis), nicht ἀπὸ τοῦ λιμοῦ. — Ex. 1, 9 עַם (ሕዝብ፡, lat. 46, 15 populus), nicht τὸ γένος. — 1, 11 der Zusatz der LXX καὶ Ὢν ἥ ἐστιν Ἡλιούπολις fehlt (obgleich lat. 46, 17 et Oon hat). — 2, 3 עַל־שְׂפַת הַיְאֹר (ኀበ፡ድንጋገ፡ፈለግ፡, lat. 47, 3 secus litus fluminis), nicht παρὰ τὸν ποταμόν. — 2, 6 וַתַּחְמֹל עָלָיו (ወመሐረተከ፡, lat. 47, 5 et pepercit super te), nicht ἐφείσατο αὐτοῦ. — 19, 6 מַמְלֶכֶת כֹּהֲנִים (መንግሥተ፡ወክህነተ፡, aber lat. 16, 17 regnum sacerdotale), nicht βασίλειον ἱεράτευμα. — Lev. 23, 36 עֲצֶרֶת (Jub. c. 32 ተውሳከ፡), nicht ἐξόδιον.

Aus der vorstehenden Übersicht ergibt sich unwidersprechlich,

[1] S. dazu Beer, Noch ein Wort über das Buch der Jubiläen, 1857 S. 5 f.

dass der Verfasser des Buchs den hebräischen Grundtext vor sich gehabt hat. Dem gegenüber steht nun freilich die andere Thatsache, dass in einer Minderzahl anderer Stellen das Jubiläenbuch mehr mit den LXX stimmt, und man könnte darum versucht sein zu schliessen, dass der Verfasser neben dem hebräischen Text nach Belieben auch die LXX benutzt habe. Aber schon an sich ist das sehr unwahrscheinlich, dass ein schriftgelehrter Jude, der doch der Verfasser unstreitig war und der nach dem Obigen seine hebräische Bibel verstand, ganz unterschiedslos auch die griechische Übersetzung gebraucht haben soll. Und sieht man die betreffenden Stellen näher an, so findet man, dass die Übereinstimmungen mit den LXX grossentheils von dem griechischen (oder auch erst vom lateinischen) Übersetzer des Jubiläenbuchs herrühren, einige andere, obgleich wenigere, auf Anschliessung des Autors an die in den LXX verkörperte exegetische Tradition (zumal bei Erklärung seltener Ausdrücke) beruhen, noch andere endlich auf wirkliche Varianten in dem von ihm benutzten hebräischen Texte zurückzuführen sind.

Wie leicht bei Übertragung von Sprache zu Sprache die Ausdrücke und Wendungen variirt wurden, das sieht man in der vorhin aufgestellten Liste deutlich aus Gen. 13, 12. 17, 22. 21, 9. 22, 13. 14. 16. 27, 15. 38, 23. 25, wo nur die eine der beiden secundären Versionen (in der Regel die äthiopische) die ursprüngliche Redefarbe treuer bewahrt hat. Zumal bei der Dolmetschung des hebräischen Jubiläentextes, die man ohnedem kaum vor dem zweiten Jahrhundert n. Chr., vielleicht aber noch später anzusetzen hat, wird sich der Übersetzer dem unwillkürlichen Einfluss der damals allgemein gelesenen LXX-Genesis kaum haben entziehen können. In diese Kategorie scheinen folgende Stellen zu gehören. Gen. 3, 16 ist für הֵרֹנֵךְ *στεναγμός* (ግዕር፡) und für עִצְּבֹנֵךְ oder עֶצֶב *λύπη* (ሐዘን፡) als Vortext anzunehmen. — 3, 19 *τὸν ἄρτον σου* für לֶחֶם. — ibid. *ἐξ ἧς* für כִּי מִמֶּנָּה. — 4, 25 *ἐξανέστησε* (አንሥአ፡, dagegen in Gen. Aeth. አተረፈ፡) für שֵׁת. — 8, 2 *καταῤῥάκται* (ምንባሕብሓት፡, aber Gen. Aeth. አስራብ፡) für אֲרֻבֹּת. — 11, 7 *συγχέωμεν* (ንክዐው፡ und nachher ሰጠ፡) für נָבְלָה. — 15, 13 *καὶ ἐῤῥέθη* und *δουλώσουσιν αὐτούς*. nach der auch von den LXX ausgedrückten Vocalisation von ויאמר und ועבדום. — 17, 1 *εὐαρέστει* (አሥምር፡) für הִתְהַלֵּךְ. während sonst in diesem Vers (s. oben) der hebräische Text befolgt ist. — 17, 5 *τέθεικά σε* (ሤምኩከ፡) für נְתַתִּיךָ, aber auch 17, 20, wo LXX וּנְתַתִּיו mit *δώσω* übersetzen, hat er አሠይም፡; und umgekehrt 17, 7, wo LXX וַהֲקִמֹתִי mit *στήσω* übersetzen, hat er አሁብ፡ — 21, 15 *ἐλαίας* (ኤልያስ፡), durch falsche Lesung von *ἐλάτης*, womit LXX שִׂיחַ wiedergeben. — 22, 3. 5 *τὴν ὄνον* (አድግት፡) für חֲמֹר. — 22, 17 *τὰς πόλεις* (አህጉረ፡) für שַׁעַר. — 25, 11 *φρέαρ τῆς*

ὁράσεως (ዐዘቅት፡ ራእይ፡), abgekürzt für das griechisch schwer wiederzugebende בְּאֵר לַחַי רֹאִי. — 26, 19 φάραγγι für נַחַל (wo übrigens aus dem Fehlen des Γεράρων, was die LXX gegen Hebr. hinzusetzen, erhellt, dass der Verfasser des Jubiläenbuchs nicht die LXX benutzte). — 27, 16 τὰ γυμνά (ዕርቃን፡, lat. 26, 9 nudas) für חֶלְקַת. — 27, 29 hat der Übersetzer אחיך, wie LXX, als אָחִיךָ, nicht wie die Massoreten als אַחֶיךָ gelesen. — 28, 2. 5 und 46, 15 εἰς Μεσοποταμίαν für פַּדֶּנָה אֲרָם; ebenso sonst, wo die kanonische Gen. nicht Vorlage war (lat. 29, 13. 19), schreibt der Übersetzer immer Μεσοποταμία. — 28, 5 τόν Σύρον (ሶርያዊ፡) für הָאֲרַמִּי. — 28, 14 ἡ ἄμμος für עָפָר (vgl. 13, 16; lat. 13, 12). — 28, 20 ηὔξατο εὐχήν (ጸለየ፡ ጸሎተ፡) für וַיִּדַּר נֶדֶר. — 35, 8 τὴν βάλανον (ባላኖን፡) für אַלּוֹן. — 35, 18 υἱὸς ὀδύνης μου (ወልደ፡ ሕማምየ፡) für בֶּן־אוֹנִי. — 37, 17 Δωθαείμ (ዶታኤም፡) statt der massoretischen Aussprache דֹּתָן. — 41, 45 und 46, 20 Ἡλιούπολις (ኢሊዮጶሊስ) für און. — 38, 9 ἐξέχεεν (ከዐወ፡) für שִׁחֵת. — 42, 9 τὰ ἴχνη τῆς χώρας (አሰረ፡ ምድር፡, aber lat. 42, 5 blos terram) für עֶרְוַת הָאָרֶץ (wo Rönsch S. 207 meint, es liege die Lesart עִקְבוֹת für עֶרְוַת zu Grunde). — 43, 11 τερέβινθος (ጠርቤንቶስ፡) für בָּטְנִים. — 45, 28 μέγα μοί ἐστιν εἰ (ዐቢይ፡ ውእቱ፡ ሊተ፡ እስመ፡) für רַב (ebenso ohne Vorlage im kanonischen Text Jub. c. 45 p. 152 lin. 1 von unten). — 46, 5 ἀποσκευή (ንዋይ፡) für טַף. — 46, 30 ἀπὸ τοῦ νῦν (እምይእዜሰ፡) für הַפַּעַם. — 47, 4. 11 die Aussprache Γεσέμ (ጌሴም፡, ጌሰም፡) für גֹּשֶׁן. — Ex. 1, 11 ἐπιστάτας τῶν ἔργων (ሊቃናተ፡ ገበር፡, übrigens wie in Ex. Aeth.) für שָׂרֵי מִסִּים. — ibid. ἐν τοῖς ἔργοις (በቅኔ፡, lat. 46, 17 in operibus ipsorum)[1] für סִבְלֹתָם. — Ex. 40, 25 θυμίαμα τῆς συνθέσεως (lat. 16, 22 incensum compositionis,[2] aber äth. blos አፈዋተ፡) für קְטֹרֶת סַמִּים.

In anderen Fällen handelt es sich um die Erklärung seltener oder schwieriger Ausdrücke des hebräischen Genesistextes, und ist der Anschluss an die von den LXX angenommenen Erklärung offenbar ein absichtlicher, ohne dass man aber immer ausmachen kann, ob schon der Verfasser des Jubiläenbuchs oder erst der griechische Übersetzer desselben die LXX zu Rathe gezogen hat. Gen. 6, 3 wird ידון, wenn wirklich dies die hebräische Lesart war, mit ይነብር፡ gegeben (LXX καταμείνῃ, Gen. Aeth. የኀድር፡, var. ይነብር፡). — 15, 2 ist בֶּן־מֶשֶׁק בֵּיתִי mit ወልደ፡ ማሴቅ፡ ወልደ፡ አመትየ፡, wie in LXX ὁ υἱὸς Μασὲκ τῆς οἰκογενοῦς μου (etwas anders in Gen. Aeth.) wiedergegeben. — 15, 17 עֲלָטָה ነድ፡ φλόξ. — 27, 36 אָצַלְתָּ አትረፍከ፡ ὑπελίπου. — 38, 14 וַתִּתְעַלָּף ወተሠነየት፡ ἐκαλλωπίσατο (eine übrigens auch in Onq. und Pesch. ange-

---

[1] Wie in der vorhieronymianischen Übersetzung (Ulysse Robert, Pentateuchi versio latina antiquissima, Par. 1881 p. 49).

[2] Wie bei Robert, p. 98.

nommene Auffassung). — 38, 18 und 25 פתיל oder פתילים ድኮልም፡ ὁρμίσκος (übrigens auch bei Aq., Symm., Hieron.). — 42, 38 אָסוֹן (ደዌየ፡ und ሬጸኒ፡: lat. 42, 9 infirmitas) μαλακισθῆναι. — Ex. 1, 11 עָרֵי מִסְכְּנוֹת (አህጉረ፡ጽኑዓተ፡, lat. 46, 17 civitates munitas), πόλεις ὀχυράς. — Ebenso scheint sich der Verfasser nur einer damals traditionellen Auslegung anzuschliessen, wenn er Gen. 33, 18 שָׁלֵם (wie LXX Pesch. Vulg.) und 35, 16 כִּבְרַת אֶרֶץ (ምድረ፡ክብራታ፡, LXX Χαβραθὰ ohne γῆν) als Ortsname nimmt. Dagegen ist in 12, 6 (Jub. c. 13 p. 52 lin. 12), wo אֵלוֹן מוֹרֶה als ድርስ፡ነዋኅ፡ wie in LXX ἐπὶ τὴν δρῦν τὴν ὑψηλήν (Gen. Aeth. ዕፅ፡ነዋኅ፡) gegeben wird, und 22, 2, wo für אֶרֶץ הַמֹּרִיָּה ምድር፡ (var. ደብር፡) ልዕልት፡, wie γῆν ὑψηλήν in LXX erscheint, fraglich, ob nicht noch eine vom recipirten hebräischen Text verschiedene hebräische Lesart zu Grunde liege.

Aber auf wirklichen Lesarten, die der Verfasser des Jubiläenbuchs noch in seiner hebräischen Handschrift hatte, scheinen folgende Übereinstimmungen zu beruhen. Gen. 2, 2 (Jub. c. 2 p. 8 l. 16) הַשִּׁשִּׁי für הַשְּׁבִיעִי (auch Sam.). — 2, 23 מֵאִישָׁהּ für מֵאִישׁ (auch Sam.) — 3, 16 מְשִׁיבָתֵךְ für תְּשׁוּקָתֵךְ. — 4, 26 זֶ הֵחֵל (aber nicht οὗτος ἤλπισε übersetzt, wie in LXX, sondern ወውእቱ፡ወጠነ፡) für אָז הוּחַל. — 5, 29 מִן־הָאֲדָמָה für מִן־הָאֲדָמָה. — 17, 14 + בַּיּוֹם הַשְּׁמִינִי hinter עָרְלָתוֹ (auch Sam.).[1] — 17, 16 וּבֵרַכְתִּיו וְהָיָה für וּבֵרַכְתִּיהָ וְהָיְתָה (auch Sam.).[1] — ibid. (לְגוֹי für לְגוֹיִם? und) מִמֶּנּוּ für מִמֶּנָּה 2°. — 22, 13 אֶחָד für אַחַר (auch Sam.). — (22, 13 lat. 18, 11 scheint das pro Isac filio suo des Lateiners, gegen ህየንተ፡ወልዱ፡ des Äthiopen, aus der Itala hereingekommen zu sein). — 25, 30 מִן־הַנָּזִיד הָאָדֹם (?) für מִן־הָאָדֹם הָאָדֹם (ἑψήματος πυῤῥοῦ, was Aeth. πυροῦ las und ተብሲለ፡ሥርናይ፡ übersetzte). — 26, 3 und 4 כָּל־הָאָרֶץ הַזֹּאת (ኵላ፡ዛተ፡ምድረ፡) wie LXX für das in der Genesis ganz ungewöhnliche und anstössige כָּל־הָאֲרָצֹת הָאֵל. — 26, 5 אָבִיךָ für אַבְרָהָם (wo LXX Sam. אברהם אביך haben). — 26, 18 בִּימֵי statt עַבְדֵי (wie LXX Sam.). — 26, 32 לֹא für לוֹ 2° (auch lat. 24, 20) wie LXX. — (27, 9 hat er blos טֹבִים, aber an der Stelle, welche 27, 14 entspricht, gibt er ሠናያነ፡ወሥቡሓነ፡ oder lat. 26, 8 teneros et bonos,[2] was dem ἁπαλοὺς καὶ καλοὺς der LXX in 29, 9 entspricht). — 27, 25 מִצֵּידָה בְּנִי für מִצֵּיד בְּנִי, wie LXX. — 27, 27 + מָלֵא nach שָׂדֶה (wie LXX Sam.).[3] — 28, 4 + אָבִיךָ nach אַבְרָהָם (wie LXX Sam.). — ibid. אַחֲרֶיךָ (እምድኅሬከ፡ lat. 27, 9 post te) für אִתָּךְ, wie LXX. — 28, 14 יִפְרֹץ für וּפָרַצְתָּ wie LXX. — 28, 15 כָּל־אֲשֶׁר דִּבַּרְתִּי (ኵሎ፡ዘእቤለከ፡ wie LXX πάντα ὅσα ἐλάλησα) für אֵת־אֲ׳ ד׳. — 29, 1 ohne בְּנֵי, wie

[1] Und Antehieronymiana, Robert p. 2.
[2] Ebenso Antehier., Robert p. 5 und 132.
[3] Ebenso Antehier., Robert p. 7.

LXX. — ibid. + אֶל־לָבָן אֲבִי רִבְקָה אִמּוֹ hinter קֶדֶם (wie LXX, aber ohne den weiteren Zusatz υἱὸν Βαιτουὴλ τοῦ Σύρου). — (36, 32 f. בָּלָק für בֶּלַע? wie LXX). — 36, 35 ברד für בְּדַד, wie LXX. — 36, 36 משקה für מַשְׂרֵקָה, wie LXX. — 36, 39 הֲדַד (አዴት፡, wie 36, 35 für הֲדַד) für הֲדַר, wo Sam. חדד (var. הדד), LXX Ἀρὰδ υἱὸς Βαρὰδ haben. — 44, 31 + אִתָּנוּ hinter הַנַּעַר, wie LXX Sam. — (46, 11 גדשון für גֵּרְשׁוֹן, Lese- oder Schreibfehler?). — (46, 12 שלם ሴሎም፡ für שֵׁלָה, wenn nicht erst durch den Übersetzer unter Anschmiegung an LXX Σηλώμ hereingekommen). — 46, 13 ישוב für יוֹב, wie Sam., LXX Ἀσούμ. — Ex. 2, 14 + תְּמוֹל nach הָרַגְתָּ (ትማልም፡, lat. 47, 9 hesterna) wie LXX. — Dagegen wird Gen. 13, 16 ኆፃ፡ባሕር፡, lat. 13, 12 harenam maris (aber LXX ἄμμον τῆς γῆς) keine Lesart, sondern freie Wiedergabe sein; 14, 24 አውናን፡ (Αὐνάν) für עָנֵר wohl erst durch den griechischen Übersetzer, oder bei den Abessiniern aus Gen. Aeth. hereingekommen, und 22, 13 (Jub. c. 18, p. 69 lin. 6) ወይመጽእ፡ በአቅርንቲሁ፡ für בַּסְּבַךְ בְּקַרְנָיו durch Corruption des Geeztextes (ይመጽእ፡ für በዕፀት፡) entstanden sein. Endlich in Gen. 27, 40 (Jub. c. 26, p. 98 lin. 1) bei תָּרִיד (LXX ἐὰν καθέλῃς, תּוֹרִד) schwankt die Lesart zwischen እመ፡አበይከ፡ si recusaveris (A) und እመ፡ዐበይከ፡ si magnus factus fueris (B), und würde die erstere sich als Übersetzung von תָּרִיד verstehen lassen, die letztere aber mit der Lesart des Sam. תאדר (d. i. תֶּאְדַּר)[1] zusammenzustellen sein.[2]

Die Übereinstimmung des Buches mit den LXX in diesen Lesarten erheischt ihre Erklärung. Man hat sie gewöhnlich bisher daraus erklärt, dass der Verfasser neben seinem hebräischen Text auch eine LXX-Bibel vor sich gehabt, und sich bald nach dieser, bald nach jener gerichtet habe. Aber mit dieser Annahme würde man nicht nur ein bei modernen Kritikern geläufiges, aber bei einem jüdischen Schriftgelehrten alter Zeit wenig wahrscheinliches Verfahren voraussetzen, sondern würde auch in den meisten Fällen gar keine Gründe ermitteln können, warum er die LXX-Lesart gegen seinen hebräischen Text bevorzugte. Die einzig natürliche Annahme ist vielmehr, dass er diese mit den LXX stimmenden Lesarten schon in seinem hebräischen Text, nach welchem er arbeitete, vorfand. Dass dies der hebräische Text der Samaritaner[3] (d. h. der samaritanische Text) gewesen sei,

---

[1] S. Gesenius de Pentateucho Samar. 1815 p. 38.

[2] In den anderen von Rönsch S. 204 ff. ausgehobenen Lesarten vermag ich solche nicht anzuerkennen. Bei dem freien Verfahren eines Midraschisten darf man nicht sofort aus jeder Auslassung, Abweichung oder eigenthümlichen Erklärung auf Differenz der Texteslesart schliessen.

[3] So Beer, das Buch der Jubiläen und sein Verhältniss zu den Midraschim 1856 S. 57 f., freilich in der Weise, dass er annimmt, der Verfasser habe »neben den LXX auch den samaritanischen Pentateuch vor sich gehabt«.

wird durch das obige Verzeichniss nicht bestätigt, sofern zwar Gen. 2, 2. 23. 17, 14. 16. 22, 13. 26, 18. 27, 27. 28, 4. 36, 39. 44, 31. 46, 13 der Samaritaner die Lesart des Verfassers auch hat, wie die LXX, aber nicht an den übrigen etwa 20 Stellen, im Gegentheil die signifikanten Lesarten des Samaritanischen in 33, 18 (שלום statt שָׁלֵם) und 22, 2 (המוראה, was die Samaritaner als חזיתה *visio* auslegen) nicht befolgt sind, und die einzige Stelle, wo das Jubiläenbuch gegen die LXX auf Seiten des Samaritanischen zu stehen scheinen könnte, nämlich Gen. 27, 40, höchst zweifelhaft ist.[1] Freilich wenn mit anderen Gründen zu erweisen stände, dass das Buch aus den Kreisen der Samaritaner hervorgegangen sei, so müsste man doch zugeben, dass der Verfasser den samaritanischen Pentateuch benutzt hätte, aber dann zugleich annehmen, dass dieser damals noch andere, mit den LXX stimmende Lesarten hatte, und sein jetziger Text erst auf späterer Festsetzung beruhe. Aber die dafür in's Feld geführten Gründe[2] reichen zum Beweise nicht aus. Die Verwendung der Jubiläenrechnung für die Chronologie war nicht blos samaritanisch,[3] sondern auch den Juden geläufig,[4] obwohl diese das Jubiläum zu 50 (nicht 49) Jahren bestimmten. Ebenso die besondere Strenge in Einschärfung der Sabbathfeier (Jub. c. 3 und 50) ist den Juden vor dem zweiten christlichen Jahrhundert mit den Samaritanern gemeinsam gewesen,[5] und das Verbot des ehelichen Umgangs am Sabbath (Jub. c. 50) galt zwar nicht bei den Rabbinen, wohl aber, wie bei den Samaritanern, so auch bei den Qaräern.[6] Die Fassung der Verordnung über die הִלּוּלִים neugepflanzter Bäume im vierten Jahr (Lev. 19, 24 in Jub. c. 7 p. 33 l. 13 ff.), wonach sie auf dem Altar dargebracht und der Rest von den Dienern des Hauses Gottes an geweihtem Ort verzehrt werden solle, entspricht allerdings nicht der späteren traditionell-jüdischen Bestimmung, hat sich aber, wie bei den Samaritanern,[7] so bei den Qaräern[8] erhalten, und findet sich vielleicht sogar noch im Targ. Pseudojonathan.[9] Die Vorschrift,

---

[1] Die Anführung der Stelle Gen. 27, 40 bei SYNCELLUS (p. 202 Bonn.) ἡνίκα ἂν καθέλῃς καὶ ἐκλύσῃς τὸν ζυγὸν αὐτοῦ ἀπὸ τοῦ τραχήλου σου (nach LXX) πλημμελήσῃς εἰς θάνατον (nach Jub.; noch genauer GLYCAS p. 264 πλημμέλειαν πλημμελήσεις θανάτου, s. RÖNSCH S. 300) scheint nicht darauf hinzuweisen, dass SYNCELLUS in seiner Leptogenesis eine so abweichende Lesart wie wenn du gross geworden sein wirst vor sich hatte.

[2] BEER S. 58 ff. und BEER, Noch ein Wort u. s. w. S. 9 ff.

[3] S. namentlich A. NEUBAUER Chronique Samaritaine im Journal Asiat. VI, 14 p. 385 ff.

[4] BEER, Buch der Jub. S. 38 f.; 4 Esr. 14, 48 (bei FRITZSCHE libri apocryphi V. T. p. 639, und dazu auch HILGENFELD Messias Judaeorum p. 103 f. 108 f.); Test. XII Patriarch. u. A.

[5] BEER S. 39. [6] BEER S. 53 f.

[7] Chronicon Samar., cui titulus est Liber Josuae (ed JUYNBOLL 1848), cap. 38.

[8] BEER S. 44. [9] BEER, Noch ein Wort S. 7 f.

die Beschneidung nicht über den achten Tag aufzuschieben (Jub. c. 15, p. 60 l. 4 ff.), ruht einfach auf der Lesart Gen. 17, 14, welche sich auch bei Sam. und LXX findet (s. oben), und ist von den Samaritanern[1] festgehalten, von den Talmudisten aber, zugleich mit Verwerfung jener Lesart, erleichtert worden. Wären freilich die talmudischen Satzungen, wie manche, namentlich jüdische Gelehrte, sich einbilden, der genaue Ab- und Ausdruck einer unwandelbaren, schon vorchristlichen Cultuspraxis, dann hätte man keine Wahl, als derartige abweichende Bestimmungen des Jubiläenbuchs aus dem Schoosse von Häretikern oder Secessionisten (Essäern, Samaritanern, ägyptischen Juden) abzuleiten, wie das von Jellinek, Beer, Frankel versucht worden ist. Aber eine Menge von Anzeichen und Thatsachen weist vielmehr darauf hin, dass über viele feinere Fragen der Halakha noch während des ganzen Bestandes des zweiten Tempels unter den Gelehrten viele Meinungsverschiedenheiten und wohl auch in der Praxis der verschiedenen Generationen allerlei Schwankungen herrschten, und das geschlossene System des Talmud erst der spätere Niederschlag eines längeren Entwicklungsprocesses ist. Ganz besonders gilt dies bezüglich des Kalenderwesens. Über die Unzulänglichkeit der[2] bis zur Zerstörung des Herodischen Tempels geltenden officiellen Bestimmung der Monatsanfänge nach der Beobachtung des neuen Mondlichts und ihrer vom Sitz des Synedriums ausgehenden Bekanntmachung durch Feuersignale oder ausgesandte Boten konnte man wenigstens mit Rücksicht auf die Diasporajuden und, nachdem man mit dem Kalenderwesen der Griechen bekannt geworden war, zumal aber nach der Julianischen Kalenderreform unmöglich im Zweifel sein, und wie verbreitet die Erörterungen dieser Frage und die Versuche, den Mängeln abzuhelfen, waren, sieht man deutlich aus dem etwas älteren und gewiss nicht samaritanischen Buch Ḥenokh, in welchem die Ausgleichung des Mondlaufs mit dem Sonnenlauf durch Aufstellung eines festen Sonnenjahrs von 364 Tagen, mit 12 dreissigtägigen Monaten und vier Epagomenen versucht wird (Ḥen. 74, 10 ff. 75, 2. 82, 4 ff. 80, 7), ganz wie im Buch der Jubiläen c. 6 (p. 27 f.),[3] nur dass dieses gegen die Brauchbarkeit der Mondbeobachtung zur Festrechnung ausdrücklich polemisirt. Die wirkliche Durchführung dieser Kalender-

---

[1] Beer, Buch der Jub. S. 45.

[2] Nach Talmud Rosch ha Schana f. 13 f. Anders freilich Epiphanius haer. LI c. 26 und Cyrillus im Prologus paschalis. s. Ideler Handbuch der math. und techn. Chronologie 1825 I. 571.

[3] Jedes Vierteljahr soll 13 Sabbathe (so A und B), d. h. volle Wochen, das ganze Jahr 364 Tage haben. Gegen Frankel's Auffassung der Monatsrechnung des Jubiläenbuchs s. Beer Noch ein Wort S. 8 ff.

rechnung, selbst wenn sie einmal versucht worden wäre, musste freilich an der Unvollkommenheit der Bestimmung der Dauer des Sonnenjahrs nach kurzer Zeit scheitern, und man begreift leicht, dass damit die Reformversuche noch nicht zur Ruhe kommen konnten, wie sie denn wirklich auch erst von den nachmischnischen Gelehrten durch die neue Kalenderreform endgültig für die Juden beseitigt wurden. Jedenfalls aber ergibt sich, dass der im Jubiläenbuch vorgetragene Kalender nicht samaritanischen Ursprungs ist. Und wenn die (samaritanischen) Dosithäer[1] wirklich nach Abulfatḥ's[2] Bericht die Einschaltungstafeln abschafften und gleichmässige Monate von dreissig Tagen bestimmten, so folgt daraus nicht, dass das Jubiläenbuch aus ihren Kreisen hervorgieng, sondern nur, dass diese ein auch von jüdischen Gelehrten schon versuchtes Auskunftsmittel annahmen oder beibehielten. Gegen samaritanischen Ursprung des Buches spricht aber aufs entschiedenste der überschwängliche Segen, welcher Jub. c. 31 unter allen Jacobsöhnen nur auf Levi und Juda (mit deutlicher Anspielung auf David) von Isaac ausgeschüttet wird, sowie die mehrmalige ausdrückliche Hervorhebung Zion-Jerusalems als des Ortes des Heiligthums (Cap. 1 a. E.; c. 4 p. 19 l. 2; c. 18 p. 69 l. 9) bei gänzlichem Stillschweigen von Gerizim; jeder Versuch, aus dem »Berg des Ostens« (Jub. c. 4 p. 19 l. 1) den Gerizim zu machen[3], scheitert schon an der Ordnung der Aufzählung der vier Berge.

Kann man demnach den Verfasser nur für einen palästinischen[4] gelehrten Juden halten, welcher in einer Zeit, wo noch pharisäische, sadducäische, ḥasidäisch-essenische Gesetzesauslegungen durch einander wogten, seine eigenthümlichen, von den herrschenden oder doch von den später siegreich gewordenen immerhin vielfach abweichenden Schulmeinungen in diesem Buch niederlegte und durch dasselbe zu verbreiten suchte, so wird man auch seine oben verzeichneten Lesarten nur auf einen hebräischen Pentateuch zurückführen dürfen, und wird darin einen Beweis finden müssen, dass die hebräischen Abschriften des Pentateuch damals noch keineswegs ganz mit dem späteren amtlichen Text zusammenstimmten. Die Abweichungen von diesem sind zwar weit nicht mehr so zahlreich, wie die der LXX, und betreffen auch in der Regel nur unwichtige Dinge, aber gehen doch oft

---

[1] Auf welche Beer Buch der Jub. S. 59 f. sich beruft.

[2] Abulfatḥi Annales Samaritani ed. E. Vilmar p. 82 unten.

[3] Beer a. a. O. S. 74; Beer, Noch ein Wort S. 13; Rapaport in Z. D. M. G. XI. 731 ff.

[4] Die von de Lagarde, Symmicta I S. 52 hingeworfene Vermuthung, dass das Buch im Osten des Eufrat verfasst sei, hat an dem nach dem Zeugniss des Hieronymus darin gebrauchten Wort ריסה . ריס (für ein Wegmaass) eine zu schwache Stütze. Auch die Cap. 34 sich zeigende Bekanntschaft mit palästinischen Ortschaften spricht dagegen.

genug noch mit den LXX oder auch dem Sam. zusammen. Insofern hat das Buch, wie oben gesagt, auch einen eigenthümlichen Werth als Zeugniss für die Beschaffenheit des hebräischen Textes etwa in der ersten Hälfte des ersten christlichen Jahrhunderts.

Dadurch bekommen nun aber die Jahreszahlen des Buchs in Gen. 5 und 11, von welchen in der bisherigen Erörterung absichtlich geschwiegen wurde, eine höhere Bedeutung. Bekanntermaassen weichen in den Jahreszahlen der zehn Väter vor und nach der Fluth der hebräische, griechische und samarische Text stark von einander ab, und bei dem immer noch nicht ausgefochtenen Streit über den Vorzug der einen oder anderen Zahlenliste, sowie in Anbetracht der neuerdings hervorgetretenen Versuche, die eine oder andere Zahlenreihe auch für die höhere Pentateuchkritik, d. h. für die Bestimmung der Abfassungszeit und der Quellen der Priesterschrift, welcher die Listen Gen. 5 und 11 angehören, zu verwerthen, ist es von einiger Erheblichkeit, zu untersuchen, wie sich das Jubiläenbuch dazu stellt.

Da zeigt sich denn zunächst bezüglich der vorsintfluthlichen Reihe völlige Übereinstimmung des Jubiläenbuchs mit dem samarischen Text von Gen. 5. Nach dem Buch der Jubiläen nämlich sind die Geburtsjahre der Väter, auf Jahre der Welt zurückgeführt, folgende: Seth 130, Enosch 235[1], Qainân 325, Malal'êl 395, Jered 461, Ḥenokh 522, Methuschêlaḥ 587, Lamekh 654[2], Noaḥ 707 (709[3]); bis zur Fluth verlaufen von da an noch 600 Jahre, zusammen 1307, wie nach dem samarischen Genesistext. Anders steht es mit der Reihe der nachsintfluthlichen Väter Gen. 11. In dieser erscheint einmal, in Übereinstimmung mit den LXX, aber in Abweichung vom Hebr. und Sam., nach Arpaxad noch Qainân, ausserdem sind die Geburtsjahre dieser Väter (mit Ausnahme des Sem und Abraham) nach dem Jubiläenbuch sowohl von denen des hebräischen, als von denen des samarischen und LXX-Textes durchaus verschieden. Sem wird (Jub. c. 4 a. E.)

---

[1] Wenn man 4 J. 5 W. 5 Jub. des Textes in 4 J. 6 W. 5 Jub. corrigirt.

[2] Die betreffende Zahl fehlt zwar im jetzigen Text und wird nur die Zeit, da Methuschêlaḥ sein Weib Adin heirathete, auf Jubiläum 13, Woche 3, Jahr 1 = 652 bestimmt; aber wenn man den samarischen Genesistext vergleicht, ferner das bei Syncellus (I p. 36 ed. Bonn.) angegebene Jahr 1454 um 800 reducirt (Rönsch S. 289) und die von Neubauer edirte Chronique Samaritaine zu Rathe zieht (Rönsch S. 362), so kann über die Zahl 654 nicht wohl ein Zweifel sein.

[3] Auch bei Noaḥ fehlt jetzt auffallender Weise in Jub. c. 4 das Jahr der Geburt. Da aber nach Jub. c. 6 Noaḥ das Wochenfest vom Jahr 1309 an noch 350 Jahre lang feiert, also er a. 1659 starb, nachdem er (Jub. c. 10) 950 Jahre alt geworden, so würde sich indirect 709 ergeben (Rönsch S. 240). Indessen da Sem, über dessen Zeugung im 500. Jahr Noaḥ's keine Differenz obwaltet, 1207 geboren ist, so ergibt sich von da aus vielmehr für Noaḥ's Geburt 707, ebenso nach Chronique Samaritaine (Rönsch S. 362). Es muss also 709 auf einem kleinen Rechnungsfehler beruhen.

1207 geboren; das Geburtsjahr des Arpaxad fehlt (wohl nur in Folge einer Einbusse des Textes); da aber über das Zeugungsjahr Sem's (sein hundertstes Lebensjahr) der hebräische, samarische und griechische Genesistext zusammenstimmen, so darf unbedenklich 1307 angesetzt werden. Qainân (Jub. c. 8 i. A.) wird 1375 geboren, woraus sich als Zeugungsjahr des Arpaxad 68 (nicht 35 wie beim Hebr., nicht 135 wie bei LXX und Sam.) ergibt. Schelaḥ, geboren 1432 (also Zeugungsjahr des Qainân 57, nicht 130 wie in LXX), 'Eber 1503 (Zeugungsjahr des Schelaḥ 71, nicht 30 wie in Hebr., nicht 130 wie in LXX und Sam.); Peleg 1567 (Zeugungsjahr des 'Eber 64, nicht 34 wie in Hebr., nicht 134 wie in LXX und Sam.); Re'û 1628 (Zeugungsjahr des Peleg 61, nicht 30 wie in Hebr., nicht 130 wie in LXX und Sam.); Serûg 1687 (Zeugungsjahr des Re'û 59, nicht 32 wie in Hebr., nicht 132 wie in LXX und Sam.); Naḥôr 1744 (Zeugungsjahr des Serûg 57, nicht 30 wie in Hebr., nicht 130 wie in LXX und Sam.); Teraḥ 1806 (Zeugungsjahr des Naḥôr 62, nicht 29 wie in Hebr., nicht 79 wie in Sam., nicht 179 wie in LXX); Abraham 1876 (Zeugungsjahr des Teraḥ 70, wie bei allen[1]).

Hiernach könnte man zwar bezüglich der vorsintfluthlichen Urväter behaupten, dass der Verfasser dem samaritanischen Pentateuch folge, nicht aber bezüglich der nachsintfluthlichen, und bestätigt sich insofern im Ganzen das obige Ergebniss der Untersuchung, dass der Verfasser einen hebräischen Text hatte, welcher zwar öfters mit LXX u. Sam. gegen den massoretisch-hebräischen stimmt, aber mit keinem von beiden identisch war, auch von dieser Seite. Die Frage ist also nur, welcher Werth diesem seinem Text in der Chronologie der Väter beizulegen sei. Bekanntlich hatte sich in neueren Zeiten das Urtheil über den Werth der drei längst bekannten Pentateuchtexte dahin festgesetzt, dass der Hebr. die ursprünglichen Zahlen (des Priestercodex) rein und unverfälscht bewahrt habe, die Griechen aber und Samaritaner sich willkürliche Änderungen dieser Zahlen erlaubt haben. De Lagarde[2] wollte im Gegentheil die LXX-Zahlen als die ursprünglichen[3] vertheidigen, mit allgemeinen Gründen und ohne auf die Einzelposten einzugehen, während gerade in diesen sich ihr jüngerer Ursprung ziemlich sicher nachweisen lässt. Ich selbst habe mich

---

[1] Dass die im jetzigen Jubiläenbuch stehenden Ansätze des Todesjahrs Abraham's falsch sind, habe ich schon in Ewald, Jahrb. III S. 77 f. bemerkt, und halte das aufrecht. Übrigens werden die oben im Text angegebenen Zahlen des Jubiläenbuchs dadurch nicht alterirt.

[2] Symmicta I. 1877 S. 52 ff.

[3] Schon Ewald Geschichte des Volks Israel 1. 396 sieht ebenfalls die LXX-Zahlen als die am meisten ursprünglichen an.

bezüglich der Reihe der vorsintfluthlichen Urväter in meinem Commentar zur Genesis[1] nach dem Vorgang von BERTHEAU[2] für den Vorzug des samarischen Textes (also auch des Jubiläenbuchs) erklärt, »weil 1. er die stetige Abnahme der Lebensdauer der Väter am reinsten durchführt, 2. die Berechnung der Einzelzahlen bei ihm am durchsichtigsten ist, 3. die Abweichungen der drei Texte beim sechsten, achten, neunten Glied nur unter Annahme der Priorität des Sam., nicht der des Hebr., sich einfach erklären, indem der Hebr. den Sam., LXX den Sam. und Hebr. zur Voraussetzung haben, 4. speciell die Änderungen des Hebr. bei Jered, Methuschelaḥ und Lemekh auf der Verlängerung der ganzen Periode bis zur Fluth um 349 Jahre beruhen, diese Verlängerung selbst aber auf einem chronologischen Systeme, wonach bis zum Auszug aus Ägypten 2666 Jahre verlaufen sollen, wobei die Zahl 777 für das Gesammtleben Lemekh's auch mit Rücksicht auf Gen. 4, 24 gestaltet zu sein scheine«. Dagegen bezüglich der Reihe der nachsintfluthlichen Väter habe ich[3] anerkannt, dass in der ursprünglichen Priesterschrift die Reihe von Sem bis Teraḥ zehn-, nicht neungliedrig gewesen sein werde, und deshalb der Qainàn, welchen LXX und Jubiläenbuch zwischen Arpaxad und Schelaḥ haben, innerlich begründet sei, wenn auch der Name vielleicht einst etwas anders gelautet habe, dass aber die in LXX ihm gegebenen Zahlen, weil einfach von Schelaḥ kopirt, werthlos seien, und im Übrigen dort der hebräische als der verhältnissmässig beste unter den dreien sich erweise, jedoch die Zeugungsjahre im Leben der Väter etwas zu früh angesetzt scheinen, woraus sich dann andere Unzuträglichkeiten in der Chronologie der Väter ergeben, und endlich, dass der samarische Text sich hier als der späteste, erst aus Hebr. und LXX zurechtgemacht erweise. Eben diesem letzten Bedenken hilft nun der im Jubiläenbuch vorausgesetzte Text, mit seiner Zahlenreihe 100, 68, 57, 71, 64, 61, 59, 57, 62, 70 (wodurch er ungefähr die Mitte zwischen Hebr. und LXX hält) in erwünschter Weise ab, wie er auch die Identität zwischen den Zahlen Qainàns und Schelaḥ's bei den LXX vermeidet, und erweckt durch beides ein günstiges Vorurtheil. Ob dabei auch die Zeugungsjahre mit den gesammten Lebensjahren dieser Väter in richtigem Verhältniss standen, wissen wir nicht, da diese Gesammtlebensjahre im B. der Jubiläen nicht mitgetheilt sind. Jedenfalls aber verdienen die im Jubiläenbuch überlieferten Zahlen für die Genealogie der nachsintfluthlichen Väter bei künftigen kritischen Erörterungen des Werthes der

---

[1] 2. Aufl. (4. des exeget. Handbuchs) 1882 S. 105 ff.

[2] In den Jahrbüchern für Deutsche Theologie XXIII. 664 ff.

[3] A. a. O. S. 195 f.

massoretischen Zahlen in Betracht gezogen zu werden. Von der Fluth bis Abraham's Geburt ergeben sich nach dem Jubiläenbuch 569, nach dem Hebr. 292, nach dem Sam. 942, nach LXX 1072 (1172) Jahre.

Auf Grund des Jubiläenbuches muss man es demnach für fraglich erklären, ob um die Zeit Christi die für die Fortführung des chronologischen Fadens maassgebenden Zahlen des amtlichen (massoretisch) hebräischen Textes schon aufgestellt waren, oder kommt wenigstens zu der Annahme, da sie in den umlaufenden Pentateuchabschriften noch nicht allgemein recipirt waren. Verdacht gegen ihr Alter muss ja schon der Umstand erregen, dass die 2666 Jahre, welche sich aus denselben für die Zeit von der Schöpfung bis zum Auszug aus Ägypten ergeben, zwei Drittel von 4000 Jahren[1] sind, also auf einem System beruhen, das von 4000 Jahren ausgieng (ob gerade als Jahren der Weltdauer? ist noch die Frage). Merkwürdig genug stimmen nun aber auch die anderen jüdischen Zeugen für die Chronologie der Urväter, welche aus vorchristlicher Zeit bis gegen das Ende des ersten christlichen Jahrhunderts überhaupt noch uns sich darbieten, nicht mit den Zahlen des amtlichen hebräischen Textes überein, sondern nahezu oder ganz mit denen des Jubiläenbuches. Wenn wir absehen von Demetrius[2], welcher naturgemäss den LXX folgt und von der Schöpfung bis Jacob's Einwanderung in Ägypten 3624, von der Fluth bis zu demselben Termin 1360, also von der Schöpfung bis zur Fluth 2264 Jahre rechnet (indem er aus dem bekannten Grunde[3] das Zeugungsjahr des Methuschelaḥ von 167 auf 187 erhöhte), so tritt uns

1. das Buch Ḥenokh entgegen, welches zwar keine directen Angaben über den betreffenden Gegenstand enthält, aber durch verschiedene Aussagen über das Leben Ḥenokh's und seiner Nachfolger durchblicken lässt, welchem System sein Verfasser folgte. a) Wenn nämlich hier zu der Zeit, da Ḥenokh seine Reisen mit den Engeln machte, Adam und Eva als noch lebend vorausgesetzt werden (Ḥen. 32, 6), so ist das nach dem System der LXX nicht möglich, weil nach diesem zur Zeit der Geburt Ḥenokh's Adam längst gestorben war; möglich wäre es nach den Zahlen des Hebr., wenn nämlich die Reise Ḥenokh's noch vor sein 308. Jahr fiele. Da aber nach Ḥen. 81, 6 diese Reise näher gegen das Ende Ḥenokh's hin angesetzt war, so kommt man nicht einmal mehr mit den Zahlen des Hebr., sondern nur mit den im Sam. und Jubiläenbuch angegebenen aus. Dafür spricht auch Ḥen. 10, 3,

---

[1] Nöldeke, Untersuchungen zur Kritik des A. T. 1869. S. 111 f. (nach v. Gutschmid).

[2] Bei C. Müller Fragmenta hist. Graec. III. 216.

[3] Siehe meinen Commentar zur Genesis S. 105.

wo noch zu Lebzeiten Ḥenokh's und ehe dieser seine Reisen antrat, dem Noaḥ Offenbarungen über die kommende Fluth und seine Errettung aus derselben zu Theil werden. Das ist nicht nach den Zahlen des Hebr. so gedacht, nach welchen Ḥenokh im Jahr der Welt 622 geboren, 987 abgeschieden, Noaḥ 1056 geboren ist, auch nicht nach den LXX, nach welchen Ḥenokh 1122 geboren, 1487 geschieden und Noaḥ 1642 geboren ist, sondern nach den Zahlen des Sam. und Jubiläenbuches, nach welchen Ḥenokh 522 geboren, 887 geschieden und Noaḥ 707 geboren ist. Sämmtliche Stellen gehören dem älteren Theile des Buches Ḥenokh an, welcher wahrscheinlich unter Johannes Hyrcanus abgefasst ist. b) Auch nach den Fragmenten des etwas jüngeren Noaḥbuches Hen. 65, 2. 68, 1 ist Ḥenokh noch am Leben, als Noaḥ schon Offenbarungen über die Fluth erhält, und ist also auch hier die Rechnung des Jubiläenbuches und Sam. vorausgesetzt. c) Dagegen im Buch der Bilderreden (nach meiner Ansicht vor 64 v. Ch., nach Anderen erst unter Herodes M. geschrieben) sind die ersten Väter schon im Paradies (Ḥen. 70, 4. 61, 12), als Ḥenokh seine Reisen mit den Engeln macht. Das ist nach der Rechnung des Sam. und Jubiläenbuches unmöglich, da nach dieser im Todesjahr Ḥenokh's 887 noch nicht einmal Adam (mit 930 Lebensjahren) gestorben war, unmöglich auch nach dem Hebr., da nach diesem im Todesjahr Ḥenokh's 987 erst Adam gestorben war, vielmehr ist hier das System der LXX vorausgesetzt, nach welchem Adam 930, Seth 1142, Enosch 1335, Ḥenokh 1487 starb. d) Der Verfasser des jungen Anhanges Ḥen. 106 f. hat überhaupt nicht nachgerechnet, denn wenn er C. 106, 19. 107, 1 den Ḥenokh schon zur Zeit der Geburt Noaḥ's (a. 707 nach Sam. und Jub.) die himmlischen Tafeln (nach 81, 1. 6) gelesen haben lässt, die doch Ḥenokh nach 81, 6 erst 886 las, so ist das ein Widerspruch, von dem sich dieser Verfasser keine Rechenschaft gegeben hat. — Nirgends also findet man im Buche Ḥenokh die Rechnung des Hebr., wohl aber theils die des Sam. und Jubiläenbuches, theils die der LXX befolgt, und doch waren die Verfasser des Buches sicher keine Samaritaner.

2. Die Assumptio Mosis (nach Einigen c. 6 n. Ch., nach Anderen zwischen 44—45 oder zwischen 54 und 64 n. Ch., wohl nicht erst nach 70 n. Ch., keinenfalls erst 137 n. Ch. abgefasst) setzt Cap. 1, 2 das Todesjahr Mose's in das Jahr 2500 der Welt. Nach dem Hebräer fällt dasselbe vielmehr 2708, nach dem Samaritaner 3309, nach den LXX 3859, dagegen nach dem Buch der Jubiläen sind bis zum Einzug in Kenaan 50 Jubiläen zu je 49 Jahren, = 2450 Jahren erfüllt. Deutlich hat der Verfasser der Assumptio dieselbe Rechnung, nur dass er das Jubiläum zu 50 Jahren rechnet,

also statt der 2450 Jahre des Jubiläenbuches, vielmehr 2500 Jahre. Jene Rechnung des Jubiläenbuches kommt freilich nur heraus, wenn sein Verfasser in Ex. 12, 40 f. die Lesart der LXX und des Samaritaners[1] hatte oder befolgte. Der Verfasser der Assumptio, mag er das Jubiläenbuch schon gekannt haben oder nicht, setzt aber mit seinen 50 Jubiläen bezüglich der vor- und nachfluthlichen Urväter dasselbe System voraus, das auch im Jubiläenbuch zu Grunde liegt. Ein Samaritaner war auch er nicht, freilich auch kein Pharisäer oder Sadducäer, sondern ein Zelot.

3. In 4 Esr. 10, 45 f. (geschrieben unter Domitian) werden bis zum Tempelbau Salomo's 3000 Jahre der Welt angesetzt. Auch diese Rechnung kommt weder nach den Zahlangaben in LXX, noch nach denen im Sam. oder Hebr. heraus[2], sondern nur, wenn man mit dem Jubiläenbuch 2410 bis zum Auszug aus Ägypten, und (unter Verwerfung der 480 Jahre des Hebr. 1 Reg. 6, 1 oder der 440 der LXX ebenda) mit Josephus Ant. 8, 3, 1 592, oder mit Sulpicius Severus Chron. 1, 40, 4 f. 588 Jahre vom Auszug aus Ägypten bis zum Tempelbau dazurechnet.[3]

Nirgends in allen diesen Schriften sind die Zahlen des Hebr. zu Grunde gelegt, woraus zu schliessen ist, entweder dass sie noch nicht da waren, oder doch dass der Glaube an ihre ausschliessliche Richtigkeit noch nicht allgemein bei den Juden durchgedrungen war.

4. Dagegen kann die Stelle Gal. 3, 17, wo Paulus vom Bund mit Abraham (Gen. 17) bis zur Gesetzgebung 430 Jahre, nicht 406 Jahre rechnet, wie man nach den Zahlangaben Gen. 12, 4. 17, 1. Ex. 12, 40 f. erwarten sollte, nicht als Beweis für Übereinstimmung des Paulus mit den Urgeschichtszahlen des Jubiläenbuchs (welche davon nicht berührt werden), sondern nur als ein Zeugniss dafür verwerthet werden, dass Paulus, wie der Verfasser des Jubiläenbuchs und wie Targ. Pseudojon., Josephus und viele spätere Juden in Ex. 12, 40 f. die Lesart des Sam. und der LXX voraussetzt. Sie ist aber darum erwähnenswerth, weil Paulus hier in der Ansetzung des terminus a quo der 430 Jahre mit dem Jubiläenbuch stimmt. Vom Jahre 2410, dem Jahr des Auszugs aus Ägypten nach dem Jubiläenbuch, um 430 Jahre rückwärts rechnend, kommt man zu 1980, welches Jahr nach Jub. c. 16 (p. 63 lin. 6; lat. 16, 12; vergl. mit Jub. c. 15 i. A.) das Geburtsjahr Isaac's ist.[4] Daraus ergibt sich, dass der Verfasser des Jubiläenbuchs die

---

[1] Worüber siehe meinen Commentar zu Exodus und Leviticus 1880 S. 120 f.

[2] Siehe die Versuche darüber Hilgenfeld Messias Judaeorum 1869 S. 82 f.

[3] Rönsch S. 414.

[4] Wenn man nämlich, in Anbetracht der im jetzigen Text des Jubiläenbuchs in Cap. 15—17 durchgehenden Schreibfehler in der Zählung der Wochen, 6. Jahr, 3. Woche, 41. Jubiläum (statt 6 J., 4 W., 41 Jub.) liest.

430 Jahre vom hundertsten Jahr Abraham's, dem Geburtsjahre Isaac's, an berechnete, wahrscheinlich (wie man aus Targ. Jon. zu Ex. 12, 40 f. sieht, vergl. Raschi z. d. St.) auf Grund von Gen. 15, 13, wo man das Wort זרעך premirte. Dieser selben Berechnungsweise (vielleicht mit einem Jahr Unterschied, vergl. Gen. 17, 1 mit 21, 5) folgt Paulus.[1] Beiläufig sieht man auch hieraus wieder, dass der Verfasser des Jubiläenbuchs nicht auf dem Boden der samarischen, sondern der jüdischen Gelehrten steht.

---

[1] Die Commentatoren des Galaterbriefes behelfen sich gewöhnlich mit der Annahme, dass Paulus die runde Zahl 430 statt der genaueren 404 gesetzt habe.

Ausgegeben am 5. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1883.

XVI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN

---

5. April. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. du Bois-Reymond las über secundär-elektromotorische Erscheinungen an Muskeln, Nerven und elektrischen Organen.

2. Hr. von Helmholtz machte eine Mittheilung über Bestimmung elektrischer Momente mit der Wage.

3. Hr. G. Kirchhoff legte zwei Einsendungen des correspondirenden Mitgliedes Hrn. Quincke in Heidelberg vor: über die Änderung des Volumens und des Brechungsexponenten von Flüssigkeiten durch hydrostatischen Druck; und: über die Dielektricitäts-Constante und die elektrische Doppelbrechung isolirender Flüssigkeiten.

4. Das correspondirende Mitglied Hr. Fuchs in Heidelberg hat eine Abhandlung eingesandt, betitelt: über Functionen einer beliebigen Anzahl unabhängiger Variabeln, welche durch Umkehrung der Integrale einer gleich grossen Anzahl gegebener Functionen entstehen.

Sämmtliche Mittheilungen erscheinen in den Sitzungsberichten, theils umstehend, theils im nächsten Sitzungsbericht der Classe.

5. Hr. Eichler überreichte den zweiten Band des Jahrbuchs des Kgl. botanischen Gartens und des Kgl. botanischen Museums, in welchem u. a. die von dem Assistenten des Kgl. botanischen Gartens Hrn. Dr. Ign. Urban mit Unterstützung der Akademie bearbeitete Monographie der Familie der Turneraceen enthalten ist.

Über secundär-elektromotorische Erscheinungen an Muskeln, Nerven und elektrischen Organen.

Von E. du Bois-Reymond.

§. I. *Einleitung.*

Ich halte die Zeit für gekommen, das Schweigen zu brechen, welches ich bisher über gewisse thierisch-elektrische Versuche beobachtete, mit denen ich seit bald vierzig Jahren beschäftigt bin, und denen ich grosse Wichtigkeit beilege. Gern hätte ich diese Untersuchung nach Kräften vollendet, ehe ich deren Ergebnisse darlegte. Da neuerlich die Elektrophysiologen von mehreren Seiten her dem Gebiete sich nähern, auf welchem ich so lange der einzige Anbauer war, mehrere sogar es schon betraten, wenn auch ohne die Hauptsache zu gewahren, so liefe ich bei längerer Zurückhaltung Gefahr, für meinen Theil die Frucht einer Arbeit einzubüssen, bei welcher ich das *Nonum prematur in annum* mehr als vervierfachte. Ich will deshalb heute die vornehmsten Gesichtspunkte aufdecken, zu denen ich gelangte. In mehreren Abhandlungen werde ich dann das hier Gesagte weiter ausführen.

Die elektromotorischen Erscheinungen der Muskeln und Nerven habe ich vor längerer Zeit in drei Classen vertheilt.[1] Die einen werden im Zustand der Ruhe oder der Thätigkeit ohne Mitwirkung eines fremden Stromes wahrgenommen. Dahin gehört der Strom des ruhenden Muskels und Nerven nebst seiner negativen Schwankung, auch wenn diese elektrisch hervorgerufen wurde, sofern der tetanisirende Strom durch jeden anderen Reiz ersetzbar ist. Wollen wir die Classification auch über die elektrischen Organe ausdehnen, so werden wir in dieselbe Classe deren schwache elektromotorische Wirkungen in der Ruhe, die ich den 'Organstrom' nenne,[2] und den irgendwie ausgelösten Schlag der Organe einzureihen haben.

[1] Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. II. Abth. II. S. 377.

[2] Dr. Carl Sachs' Untersuchungen am Zitteraal, Gymnotus electricus, nach seinem Tode bearbeitet von E. du Bois-Reymond u. s. w. Leipzig 1881. S. 171 ff.

In die zweite Classe brachte ich die während der Dauer eines fremden Stromes extrapolar auftretenden Elektrotonusströme der Nerven, zu welchen der Muskel und das elektrische Organ kein sicheres Seitenstück bieten.[1]

Zu diesen beiden, länger gekannten Classen kündigte ich noch eine dritte, die der secundär-elektromotorischen Erscheinungen, an. Darunter verstehe ich elektromotorische Erscheinungen, welche ein fremder Strom in der durchflossenen Strecke selber erzeugt, und die daher meist nur erkannt werden, sofern sie den fremden Strom überdauern. Dies sind die grossentheils neuen Thatsachen, von welchen hier die Rede sein soll. Doch wird sich, wie ich gleich sagen will, finden, dass eine Scheidung zwischen den beiden letzten Classen kaum aufrecht erhalten werden kann (s. unten S. 381).

Die secundär-elektromotorischen Erscheinungen stellen sich zunächst unter dem Bilde von Polarisationsströmen dar. Ich ziehe jenen Ausdruck vor, welcher auch auf die gewöhnlichen Polarisationserscheinungen passt, für den möglichen Fall, dass es bei der scheinbaren Polarisation der Muskeln und Nerven sich um etwas von der galvanischen Polarisation Verschiedenes handeln sollte. Doch halte ich nicht pedantisch an jenem Namen fest, sondern nenne gelegentlich den durch secundär-elektromotorische Kraft erzeugten secundären Strom den Polarisationsstrom, auch wohl den Nachstrom, den ihn erzeugenden primären den polarisirenden Strom. Auch finde ich es zuweilen bequem, von dem zu polarisirenden Körper, oder von einer Reihe solcher Körper, als dem 'Polarisations-Object' zu sprechen.

§. II. *Geschichtliches.*

Eine hierher gehörige Erscheinung fand ich beim Beginn meiner Untersuchungen in der Wissenschaft vor. Peltier beschrieb 1836

[1] Hr. Eckhard versuchte am Organ des Zitterrochen, Sachs an dem des Zitteraales durch dauernde Durchströmung der elektrischen Nerven elektromotorische Wirkung zu erhalten, Hr. Eckhard vergeblich, Sachs mit zweifelhaftem Erfolge (Untersuchungen am Zitteraal u. s. w. S. 188 ff.). Auch wenn diese Versuche gelungen wären, könnte man nicht von Elektrotonus des elektrischen Organes sprechen. An den Muskeln will Hr. Hermann jetzt endlich eine Spur jener Elektrotonusströme gefunden haben, welche er früher so wenig wie ich nachweisen konnte, da doch seine Theorie ihrer so dringend bedarf (Handbuch der Physiologie. Bd. II. Leipzig 1878. S. 168; — Die Ergebnisse neuerer Untersuchungen auf dem Gebiete der thierischen Elektricität. Separat-Abdruck aus der Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. 1878. S. 21. 22.). Er gedenkt nicht der Möglichkeit, dass die wahrgenommenen Wirkungen von den intramusculären Nerven herrühren. Schon 1849 hatte ich vor dieser Täuschung gewarnt (Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. I. S. 330).

an durchströmten Froschgliedmaassen eine negative Polarisation, welche er der Polarisation der Metalle in Ritter's secundärer Säule verglich. Sitz der Polarisation waren nach ihm die in das stromzuführende Wasser tauchenden Theile des Praeparates. Als er den dazwischen gelegenen, durchströmten Strecken Multiplicatorenden anlegte, blieb in seinen Versuchen jede Wirkung aus. Für die Ursache der Polarisation hielt deshalb Peltier die Ausscheidung von Wasserstoff und Sauerstoff an den eingetauchten Theilen, welche er dort, jedoch ohne irgend Etwas der Art nachzuweisen, nach Analogie metallischer Elektroden annahm.[1]

Peltier's Wahrnehmung wurde der Ausgangspunkt meiner eigenen Arbeiten über diesen Gegenstand. Bei Wiederholung seines Versuches mit Kochsalzlösung statt mit Wasser fand ich wirklich die Stelle, wo der Strom in das Praeparat eindrang, alkalisch, die, wo er es verliess, sauer reagirend.[2] Schien dies Peltier's Erklärung günstig, so zeigte sich mir andererseits, seiner ausdrücklichen Behauptung entgegen, jede durchströmte Strecke des Praeparates nach Art einer secundären Säule negativ elektromotorisch. Ein Theil der negativen Polarisation also rührt möglicherweise von den an der Aus- und Eintrittsstelle des Stromes angesammelten Ionen her, deren grösster und weitaus wichtigster Theil aber hat seinen Sitz im Inneren der Gewebe, unstreitig zunächst in den Muskeln.

§. III. *Vorstudien: von der inneren Polarisation feuchter poröser Körper.*

So gelangte ich zum Begriff einer inneren Polarisation der Muskeln. Bald aber fand ich auch andere feuchte poröse Körper innerlich polarisirbar, und nun verfolgte ich die neue Erscheinung zuerst rein physikalisch durch eine lange Reihe feuchter poröser Körper.

[1] Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. I. Abth. I. S. 377; — Bd. II. Abth. II. S. 378.

[2] Schon Humphry Davy sah Säure und Alkali sich aus Muskelfleisch, aus lebenden Pflanzentheilen, ja aus den Fingern entbinden, welchen destillirtes Wasser den Strom zuführte (Philosophical Transactions for the Year 1807. P. I. p. 52. 53; — Gilbert's Annalen der Physik. 1808. Bd. XXVIII. S. 196. — Vergl. Simon in Gilbert's Annalen u. s. w. 1801. Bd. VIII. S. 28; — Ritter ebenda. Bd. IX. S. 329). — Auch an einem mit veilchenblauem Lackmuspapier bekleideten Wasserbausch zwischen Kochsalzbäuschen sah ich Säure und Alkali frei werden (Gesammelte Abhandlungen zur allgemeinen Muskel- und Nervenphysik. Bd. I. Leipzig 1875. S. 11). Als ich hier sagte, dass dies Davy's Behauptungen zuwider sei, wonach Reagenspapiere durch Ionen nur an metallischen Elektroden sich verfärben, waren mir obige Versuche Davy's nicht gegenwärtig.

Diese waren entweder unorganischer oder organischer Natur, und im letzteren Falle entweder nicht organisirt oder organisirt; im letzteren Falle wieder entweder todt, wie Holz, oder lebend, wie frisches Pflanzengewebe.[1]

Im Allgemeinen kann man sagen, dass jeder poröse Körper, dessen Stoff nicht zu schlecht leitet, mit einem Elektrolyten getränkt, der im Vergleich mit ihm nicht zu gut leitet, negativer innerer Polarisation fähig ist; d. h. nach der Durchströmung wirkt jede zwischen zwei isoëlektrischen Flächen begriffene Querscheibe elektromotorisch im umgekehrten Sinne des polarisirenden Stromes. Dies erklärt sich bei der Annahme, dass dieser Strom sich theilt zwischen der tränkenden Flüssigkeit und dem porösen Gerüst, und dass letzteres nach Art metallischer Zwischenplatten sich durch daran ausgeschiedene Ionen polarisirt. Jedes der unzähligen Zwischenplättchen wirkt elektromotorisch im umgekehrten Sinne von dem, in welchem es durchflossen wurde. Der dadurch erzeugte Partialstrom gleicht sich theils auf dem ihm durch den innerlich polarisirbaren Körper dargebotenen unmittelbaren Rückwege, theils durch den diesem Körper angelegten Bussolkreis ab. Seine Stärke im letzteren hängt ab von den Dimensionen des Polarisations-Objectes, der Lage des Zwischenplättchens in dessen Innerem, von der stofflichen Natur des porösen Gerüstes und der tränkenden Flüssigkeit. Aus der Superposition aller Partialströme geht dann der totale Strom im Bussolkreise hervor, dessen Stärke aber selbstverständlich auch noch eine unbekannte, verwickelte Function der Stärke und Dauer des polarisirenden Stromes, und der seit seiner Öffnung verflossenen Zeit ist. Nur im Allgemeinen sieht man ein, dass sie mit den beiden ersten Veränderlichen bis zu einer gewissen Grenze wachsen, mit der dritten bis zum Verschwinden abnehmen müsse.

Ein durchsichtiges Beispiel innerer Polarisation bietet ein der Axe nach durchströmter Cylinder wohl ausgeglühter, mit verdünnter Schwefelsäure getränkter Holzkohle. Sie leitet stofflich gut genug, damit trotz der guten Nebenleitung durch die verdünnte Säure ein Theil des Stromes seinen Weg durch sie nehme. Jede gleich lange Strecke des Kohlencylinders wirkt gleich stark elektromotorisch; die Wirkung des ganzen Cylinders ist gleich der Summe der Wirkungen aller einzelnen Strecken. Auch Holz nimmt sehr starke innere Polarisation an. Nur darf es, da die Holzfaser schlecht leitet, nicht mit besser leitender Flüssigkeit getränkt werden. Mit Kochsalz- und Kupfer-

[1] Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. I. Abth. I. S. 380. 381; — Gesammelte Abhandlungen u. s. w. A. a. O. S. 13—28: »Über innere Polarisation poröser, mit Elektrolyten getränkter Halbleiter.« (4. August 1856.)

sulphat-Lösung erhält man nur schwache Wirkung; am günstigsten ist destillirtes Wasser.

An Holzprismen studirte ich den Einfluss von Länge und Querschnitt des innerlich polarisirbaren Körpers auf die Stärke des Polarisationsstromes unter sonst gleichen Umständen. Zunächst versteht es sich von selbst, dass bei der inneren Polarisation nicht die Stromstärke, sondern die Stromdichte in Betracht kommt. In Übereinstimmung mit der Theorie zeigte sich aber ferner, dass die Stärke der inneren Polarisation eine Function des Widerstandes des feuchten porösen Körpers ist, sofern dieser Widerstand durch die Dimensionen bestimmt wird. Die Function besitzt ein Maximum, welches in einem gegebenen Kreise bei beständiger Länge des innerlich polarisirbaren Körpers mit um so grösserem Querschnitt eintritt, je schlechter die tränkende Flüssigkeit leitet.[1]

§. IV. *Fortsetzung der Vorstudien: von der Polarisation an der Grenze ungleichartiger Elektrolyte.*

Gewisse Wahrnehmungen bei den Versuchen über innere Polarisation führten mich zur Kenntniss einer zweiten Art von Polarisation an feuchten Leitern, nämlich der Polarisation an der Grenze ungleichartiger Elektrolyte. Im Gegensatz zur inneren Polarisation bietet sie die Eigenthümlichkeit, dass sie auch positiv sein kann. Befindet sich gleichzeitig im Kreise ein innerlich polarisirbarer Körper, so erhält man oft, was ich 'doppelsinnige Wirkung' nenne, d. h. einen Ausschlag erst im einen, dann im anderen Sinne.[2] Wird beispielsweise ein Wasserbausch zwischen Kochsalzbäuschen durchströmt, so erfolgt nach Öffnung der polarisirenden Kette und Schliessung des Bussolkreises zuerst ein negativer 'Vorschlag', dem eine länger anhaltende positive Ablenkung auf dem Fusse folgt. Der negative Vorschlag rührt von innerer Polarisation des Wasserbausches her, die positive Ablenkung von der Summe der positiven Polarisationen an den Grenzen von Salzlösung und Wasser, Wasser und Salzlösung. Die innere Polarisation ist stärker, aber flüchtiger, die äussere schwächer, aber nachhaltiger, woraus sich der negative Vorschlag, gefolgt von einem positiven Hauptausschlag, erklärt.

---

[1] Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. I. S. 29—41: »Über den Einfluss, welchen die Dimensionen innerlich polarisirbarer Körper auf die Grösse der secundär-elektromotorischen Wirkung üben.« (31. Januar 1859.)

[2] Ebenda. Bd. II. Leipzig 1877. S. 407.

In die zweite Classe brachte ich die während der Dauer eines fremden Stromes extrapolar auftretenden Elektrotonusströme der Nerven, zu welchen der Muskel und das elektrische Organ kein sicheres Seitenstück bieten.[1]

Zu diesen beiden, länger gekannten Classen kündigte ich noch eine dritte, die der secundär-elektromotorischen Erscheinungen, an. Darunter verstehe ich elektromotorische Erscheinungen, welche ein fremder Strom in der durchflossenen Strecke selber erzeugt, und die daher meist nur erkannt werden, sofern sie den fremden Strom überdauern. Dies sind die grossentheils neuen Thatsachen, von welchen hier die Rede sein soll. Doch wird sich, wie ich gleich sagen will, finden, dass eine Scheidung zwischen den beiden letzten Classen kaum aufrecht erhalten werden kann (s. unten S. 381).

Die secundär-elektromotorischen Erscheinungen stellen sich zunächst unter dem Bilde von Polarisationsströmen dar. Ich ziehe jenen Ausdruck vor, welcher auch auf die gewöhnlichen Polarisationserscheinungen passt, für den möglichen Fall, dass es bei der scheinbaren Polarisation der Muskeln und Nerven sich um etwas von der galvanischen Polarisation Verschiedenes handeln sollte. Doch halte ich nicht pedantisch an jenem Namen fest, sondern nenne gelegentlich den durch secundär-elektromotorische Kraft erzeugten secundären Strom den Polarisationsstrom, auch wohl den Nachstrom, den ihn erzeugenden primären den polarisirenden Strom. Auch finde ich es zuweilen bequem, von dem zu polarisirenden Körper, oder von einer Reihe solcher Körper, als dem 'Polarisations-Object' zu sprechen.

§. II. *Geschichtliches.*

Eine hierher gehörige Erscheinung fand ich beim Beginn meiner Untersuchungen in der Wissenschaft vor. Peltier beschrieb 1836

[1] Hr. Eckhard versuchte am Organ des Zitterrochen, Sachs an dem des Zitteraales durch dauernde Durchströmung der elektrischen Nerven elektromotorische Wirkung zu erhalten, Hr. Eckhard vergeblich, Sachs mit zweifelhaftem Erfolge (Untersuchungen am Zitteraal u. s. w. S. 188 ff.). Auch wenn diese Versuche gelungen wären, könnte man nicht von Elektrotonus des elektrischen Organes sprechen. An den Muskeln will Hr. Hermann jetzt endlich eine Spur jener Elektrotonusströme gefunden haben, welche er früher so wenig wie ich nachweisen konnte, da doch seine Theorie ihrer so dringend bedarf (Handbuch der Physiologie. Bd. II. Leipzig 1878. S. 168; — Die Ergebnisse neuerer Untersuchungen auf dem Gebiete der thierischen Elektricität. Separat-Abdruck aus der Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. 1878. S. 21. 22.). Er gedenkt nicht der Möglichkeit, dass die wahrgenommenen Wirkungen von den intramusculären Nerven herrühren. Schon 1849 hatte ich vor dieser Täuschung gewarnt (Untersuchungen u. s. w. Bd. II. Abth. I. S. 330).

schwindet. Der in geronnenem Eiweiss zwischen Zinkbäuschen sich entwickelnde secundäre Widerstand kann den Strom einer zwanziggliederigen Grove'schen Säule so schwächen, dass nur ein Zehntel der ursprünglichen Stärke übrig bleibt. Der secundäre Widerstand überwiegt also weit die Erhöhung der Leitungsgüte in Folge der Erwärmung der feuchten Leiter durch den Strom. Wenden des Stromes in feuchten porösen Körpern, in welchen secundärer Widerstand herrscht, bringt nicht, wie Wenden des Stromes in polarisirten Leitern, einen plötzlichen positiven Sprung der Stromstärke hervor, sondern es bietet sich das merkwürdige Schauspiel ihres minutenlangen langsamen Wiederanwachsens bis fast zur ursprünglichen Höhe, worauf das Sinken von vorn anfängt, um bei erneutem Umlegen abermals mit langsamem Wachsen abzuwechseln.

Es giebt zwei Arten secundären Widerstandes, nämlich entsprechend der äusseren und der inneren Polarisation feuchter poröser Körper, einen äusseren und einen inneren secundären Widerstand. Des ersteren Sitz ist die Eintrittsstelle des Stromes, und obschon Manches dunkel bleibt, erklärt er sich aus der kataphorischen Wirkung des Stromes, aus dem Forttreiben der im Kreise befindlichen Flüssigkeiten von der Anode zur Kathode. Wo ein Zinkbausch thierischen Geweben den Strom zuführt, entwickelt sich ein sehr starker äusserer secundärer Widerstand, doch ist es leicht, seiner Entstehung durch die von mir angegebenen Mittel vorzubeugen. Der innere secundäre Widerstand, welcher überall im feuchten porösen Körper seinen Sitz hat, ist in bedeutendem Grade bisher nur im lebenden Pflanzengewebe beobachtet, und kommt daher bei den hier in Rede stehenden Versuchen minder in Betracht.[1]

Die Untersuchung der äusseren und der inneren Polarisation, des äusseren und des inneren secundären Widerstandes der feuchten porösen Körper, die mich mehrere Jahre festhielt, war somit nur ein Glied in der Reihe von Forschungen, in welchen ich den secundärelektromotorischen Erscheinungen der Muskeln und Nerven nachging. Wenn ich im Verfolgen dieses Hauptzweckes durch jene Vorstudien über die Gebühr aufgehalten wurde, so beschwichtigte meine Ungeduld nicht bloss die offenbare Nothwendigkeit, hier solche sichere Grundlage zu schaffen, sondern auch die Einsicht, dass dieselbe Grundlage für alle physiologisch-elektrischen Versuche gleich unentbehrlich sei.[2]

---

[1] Über den secundären Widerstand ist ferner nachzusehen: H. Munk, Über die kataphorischen Veränderungen der feuchten porösen Körper. Im Archiv für Anatomie, Physiologie u. s. w. 1873. S. 241 ff.

[2] Vergl. Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 191 ff.

Leider wurde ich noch fast zwei Jahrzehnde lang durch andere Aufgaben davon abgehalten, die errungene Stellung auszunutzen. Etwa um dieselbe Zeit war ich in den Besitz der unpolarisirbaren Elektroden gelangt, ich hatte im physiologischen Kochsalzthon ein unschätzbares Material zum Ab- und Zuleiten der Ströme in physiologisch-elektrischen Versuchen entdeckt, dem Poggendorff'schen Compensationsverfahren die richtige Gestalt gegeben, und etwas später diesen Fortschritten in der Methode noch die Erfindung der aperiodischen Bussole hinzugefügt. So entstand für mich die Nöthigung, mit diesen neuen, den älteren so weit überlegenen Hülfsmitteln fast alle meine Versuche zu wiederholen, in welchen jetzt Messung der elektromotorischen Kräfte an Stelle der Schätzung von Stromstärken trat. Auch die mir vom Auslande zur Untersuchung anvertrauten Zitterwelse aus Westafrika lenkten mich vom Wege ab, und noch jüngst kostete mich die Bearbeitung des Sachs'schen Nachlasses fast zwei Jahre. Die letzteren Zwischenfälle hatten aber die wichtige Folge, dass ich über die secundär-elektromotorischen Erscheinungen an den elektrischen Organen einigen Aufschluss erhielt.

§. VI. *Einiges von Vorrichtungen und Versuchsweisen.*

Die ausführliche Beschreibung meiner jetzigen Vorrichtungen und Versuchsweisen in diesem Gebiete bleibt späteren Mittheilungen vorbehalten. Doch mag Einiges davon schon hier gesagt werden, damit das Folgende bestimmte Vorstellungen erwecke.

Zu den Versuchen an Muskeln dienten gewöhnlich die in ihrem natürlichen Zusammenhange gelassenen, im Muskelspanner[1] ausgestreckten Mm. gracilis und semimembranosus vom Frosch, wie ich sie seit langer Zeit anwende, wo es gilt, an regelmässigen immobilisirten Muskeln zu arbeiten. Zunächst den Elfenbeinplatten des Spanners werden den Muskeln von der inneren (femoralen) Seite her die Schneiden von Keilbäuschen[2] angelegt, welche den polarisirenden Strom zuführen; dazwischen, von der äusseren Seite her, die Schneiden von Keilbäuschen, welche den Polarisationsstrom ableiten. Des Widerstandes der Sehnen wegen, die sich erhitzen und austrocknen würden, kann man nicht, was sonst grosse Vorzüge hätte, den Muskeln den Strom durch die den Knochenstücken ausserhalb der Elfenbeinplatten angelegten gewöhnlichen Bäusche zuführen. Die beiden Paar Schnei-

[1] Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. II. Abth. I. S. 86; — Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. I. S. 118. 119; — Bd. II. S. 313.

[2] Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. I. S. 88. 89.

den, welche im Folgenden kurz **Säulenschneiden** und **Bussolschneiden** heissen, sind mit oft erneutem Thone bekleidet; bei der geringen Dauer der meisten Versuche sind Störungen durch äusseren secundären Widerstand wenig zu fürchten, jedenfalls sind sie stets leicht erkennbar. Der Muskelstrom war durch einen mittels des runden Compensators gewonnenen Zweigstrom einer Raoult'schen Kette compensirt.[1]

Zu den Versuchen an Nerven dienten gewöhnlich die beiden als ein Nerv zusammengefassten Ischiadnerven desselben Frosches. Sie wurden sanft ausgespannt zwischen zwei an einem wagerechten Glasstabe verschiebbaren Korkstücken, auf deren oberer Fläche sie mit Insectennadeln festgesteckt waren; und die beiden Paar Keilbäusche wurden ihnen wie den Muskeln von beiden Seiten her genähert. Für Versuche an Spinalnervenwurzeln dienten theils die unpolarisirbaren Zuleitungsröhren mit Thonspitzen,[2] theils besondere Vorrichtungen.

Eine nicht leicht zu erfüllende Bedingung sicherer Erfolge bei diesen Versuchen ist so vollkommene Isolation des Säulenkreises vom Bussolkreise, dass auch bei sehr grossen elektromotorischen Kräften, wie denen einer fünfziggliederigen Grove'schen Säule, bei offenem Säulen- und Bussolkreise keine Ablenkung an der Bussole entsteht. Das Mittel dazu gab ich schon früher kurz an bei Beschreibung der Versuche über äussere Polarisation an feuchten Leitern.[3] Es besteht darin, jeden der beiden Kreise an zwei Stellen zu unterbrechen.

Die Vorrichtung, welche dies leistet, erfüllt zugleich noch einen anderen Zweck. Sie dient auch zur Beherrschung der Zeit, während welcher der polarisirende Strom durch das Polarisations-Object gesandt wird, oder der **Schliessungszeit**. Ich besitze mechanische Mittel, um diese Zeit stätig von 0.001 bis 0.100 Secunde, dann in passenden Ab-

[1] Untersuchungen am Zitteraal u. s. w. S. 141.

[2] Seit meiner letzten Veröffentlichung experimentellen Inhalts stiess ich an den unpolarisirbaren Zuleitungsröhren mit 'Thonstiefeln' auf eine Erscheinung, welche nicht nur bei deren Gebrauch Beachtung verdient, sondern auch noch sonst interessirt. Hat man ein Paar solcher Röhren, das sich bei Schliessung des Kreises durch gegenseitige Berührung der Spitzen der Thonstiefel so gleichartig wie möglich verhält, und man berührt mit der Spitze des einen Stiefels den dickeren oberen Theil des anderen, dessen 'Wulst', so entsteht ein Strom in der Richtung aus der Spitze in den Wulst. Die Wirkung ist minder deutlich bei frischen als bei schon länger zusammengesetzten Röhren. Sie würde sich durch die Annahme erklären, dass feuchter und minder feuchter Thon miteinander elektromotorisch wirken, jedoch so, dass für eine Reihe immer feuchterer Thonschichten keine Spannungsreihe gilt. — Feuchter und minder feuchter Thon einander zwischen Zinkbäuschen berührend liefern eine Kraft bis zu 0.014 Raoult. — Die Beziehung der elektromotorischen Wirkung zwischen ungleich feuchtem Thon zu den Nobili'schen Thon-Thermoströmen ist noch nicht aufgeklärt (Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. II. Abth. I. S. 201—203).

[3] Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. I. S. 2.

ständen von ungefähr 0.3 bis 20″ Secunden zu verändern. Darüber hinaus kommen die Fehler nicht mehr in Betracht, die man bei Schliessen und Öffnen mit der Hand nach der Uhr begeht. Dieselbe Vorrichtung besorgt endlich auch die Schliessung des Bussolkreises nach Öffnung des Säulenkreises nach möglichst kurzer und gleicher Zeit.

Die zum Polarisiren angewandten galvanischen Apparate waren eine Daniell'sche Kette von der gewöhnlichen (Trinkglas-) Grösse, deren verdünnte Schwefelsäure bei 19°.4 1.03 Dichte besass, und eine Grove'sche Säule aus den bekannten kleinen Elementen, deren ich fünfzig besitze.[1] Um von dem veränderlichen Widerstand der Bäusche, Schneiden, Muskeln u. s. w. unabhängig zu sein, wurde der gute Zustand der Säule mit einer metallischen Schliessung controlirt. Andere Elektromotore werden besonders erwähnt.

Die secundär-elektromotorischen Wirkungen wurden an der aperiodischen Bussole beobachtet. Da diese Wirkungen oft doppelsinnig sind, so leistet die Aperiodicität hier ganz besonders werthvolle Dienste; sie macht Vorkehrungen unnütz, wie ich sie ursprünglich anwendete, wodurch der Bussolkreis anstatt möglichst schnell nach Öffnung des primären Kreises, erst kürzere oder längere Zeit nachher geschlossen wurde.

Endlich versteht es sich von selbst, dass wie bei Elektrotonus-, so auch bei Polarisations-Versuchen stäte Überwachung des primären Stromes an einer besonderen Bussole unerlässlich ist. Mit keiner anderen als der Wiedemann'schen Bussole wäre dies hier möglich, wo es sich darum handelt, in aufeinanderfolgenden Versuchen vielleicht die dauernde Ablenkung durch den Strom von dreissig Grove, und den fast zehntausendmal schwächeren Ausschlag durch einen nur wenig Tausendstel einer Secunde anhaltenden Stromstoss von Einem Daniell messend zu vergleichen.

Ich verlor viel Zeit und Mühe mit dem Versuche, die Bussole (*P*) für den polarisirenden und die (*S*) für den secundären oder Polarisations-Strom im nämlichen Fernrohr abzulesen. Abgesehen von technischen Schwierigkeiten wird der Beobachter dabei mit zu vielen Geschäften auf einmal belastet, und ich kehrte zur einfachsten Art zurück, einen Gehülfen die zweite Bussole ablesen zu lassen.

---

[1] Im Jahre 1849 hatte die Akademie, der ich noch nicht die Ehre hatte anzugehören, die Güte, mir auf meine Bitte für diese Untersuchung eine hundertgliederige Daniell'sche Säule von Siemens und Halske zur Verfügung zu stellen. Ich kehrte aber bald zu den kleinen Grove zurück, die bei grösserer Leistung so viel handlicher sind.

§. VII. *Die secundär-elektromotorische Wirkung der Muskeln in ihrer Abhängigkeit von Dichte und Dauer des primären Stromes.*

Man stelle sich das Muskelpaar, bestehend aus Gracilis und Semimembranosus, im Muskelspanner so unbeweglich ausgestreckt vor, dass es bei der Zuckung sich nicht merklich verschiebt, die beiden Paar Keilbäusche den Muskeln in der beschriebenen Art angelegt, und den Muskelstrom compensirt. Bei symmetrischer Lage der Schneiden pflegt dieser in den Muskeln aufzusteigen, mit einer Kraft, welche oft nur unbedeutend, manchmal bis zu 0.017 Raoult beträgt.

Wird nun bei doppelt geöffnetem Bussolkreise den Muskeln ein Strom während kürzerer oder längerer Zeit zugeführt, und wird unmittelbar nach doppelter Öffnung des Säulenkreises der Bussolkreis geschlossen, so gleicht sich durch letzteren die etwa in den Muskeln erregte secundär-elektromotorische Wirkung ab, und kommt an der Bussole rein zum Vorschein, unter der Bedingung, dass die Compensation ungestört blieb. Bei längerem Säulenschlusse, nachlassender Spannung der Muskeln, heftiger Zuckung, ist diese Bedingung nicht immer sicher erfüllt: wozu noch kommt, dass, wenn ein stärkerer Muskelstrom zu compensiren war, die Zuckung Nachwirkung hinterlässt. Inzwischen sind die secundär-elektromotorischen Wirkungen meist zu bedeutend, um mit solchen Störungen verwechselt zu werden. Sie rühren allein von innerer Polarisation der Muskeln her; selbst wenn an den Säulenschneiden äussere Polarisation in merklichem Grade sich entwickelte, könnte diese sich nicht durch den Bussolkreis abgleichen. Auch überzeugt man sich leicht, dass jede Strecke der Muskeln secundär-elektromotorisch in demselben Sinne wirkt, daher, bei ausreichendem Widerstande des Bussolkreises, die Stärke der Wirkung mit dem Abstande der Bussolschneiden wächst. Bei gleicher Beschaffenheit aller Strecken müssten diese auch gleich stark secundär-elektromotorisch wirken. Abgesehen von der Unmöglichkeit die Schneiden zweimal nacheinander gleich anzulegen, trifft dies an unserem Muskelpaare schon deshalb nicht ein, weil der Semimembranosus sich nach unten verjüngt.[1] Wir werden aber noch einen anderen Grund kennen lernen, weshalb die beiden Hälften eines Muskels nicht gleich stark secundär-elektromotorisch wirken (s. unten S. 357).

Schickt man verschieden starke Ströme verschieden lange Zeit durch die Muskeln, so stellen sich die secundär-elektromotorischen Wirkungen anfangs sehr verworren dar. Man erhält bald negative Ausschläge wie von einem gewöhnlichen, innerlich polarisirbaren feuchten

[1] Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 161. 315. 575.

porösen Körper, bald dagegen auch positive Ausschläge, als mischte sich äussere Polarisation ein. Wie bemerkt, ist diese hier durch die Anordnung ausgeschlossen, und es zeigt sich denn auch, dass die positive secundär-elektromotorische Wirkung auf positiver innerer Polarisation beruht, ein Verhalten, von welchem die Reihe der von mir auf innere Polarisirbarkeit geprüften Körper kein Beispiel bot. Diese positive innere Polarisation des Muskelgewebes ist also hier das Neue und Interessante,[1] und es handelt sich vor Allem darum, die Bedingungen ihres Auftretens festzustellen.

Dies zu erreichen giebt es keinen anderen Weg, als eine Tabelle mit doppeltem Eingange zu entwerfen, in deren einem Kopfe, etwa dem wagerechten, die Schliessungszeiten stehen, während im senkrechten Kopfe sich die Zahl der Säulenglieder findet. In dem zu einer bestimmten Schliessungszeit und einer bestimmten Stromdichte gehörigen Felde sind einzutragen erstens die Ablenkungen, welche der polarisirende Strom an der Bussole (P) erzeugt; zweitens die secundär-elektromotorischen Wirkungen, welche er an der Bussole (S) hinterlässt; und zwar beides sowohl bei auf- als bei absteigender Richtung des polarisirenden Stromes.

Das Herstellen solcher Tabelle ist ein sehr mühsames Geschäft. Die durch irgend stärkere und längere Ströme erzeugten secundären Wirkungen sind meist so nachhaltig, dass man fast für jeden Versuch ein frisches Praeparat nehmen muss. Ausgenommen sind nur die Fälle, wo ganz schwache Ströme einen kleinen Bruchtheil der Secunde dauern, da dann die Polarisation flüchtig genug ist, um gleich darauf andere Versuche, insbesondere mit stärkeren und längeren Strömen, folgen zu lassen; so wie, im Gegensatz dazu, die Fälle, wo ein länger dauernder Strom so nachhaltige Polarisation erzeugt, dass man, ohne den Polarisationszustand merklich zu ändern, kurze Zeit den Säulenkreis öffnen, und den Bussolkreis schliessen kann. In den anderen Fällen, wo eine erst schnell, dann langsam sinkende Polarisation hinterbleibt, könnte man nun zwar leicht von Neuem compensiren und so Gleichgewicht im Bussolkreise herstellen. Allein man wäre dann doch nicht sicher, bei wiederholten Versuchen am selben Praeparat die nämliche secundäre Wirkung zu erhalten, wie am frischen Muskel. Will man warten bis die Polarisation sich zerstreute, so verfliesst auch wieder zu lange Zeit, um darauf rechnen zu dürfen, dass der Muskel wie ein frischer sich verhalte.

---

[1] Ich gab zuerst Nachricht davon in meinen 'Untersuchungen', Bd. I. 1848. S. 240 und Bd. II. Abth. I. 1849. S. 331. — 1852 machte ich darüber der British Association zu Belfast eine ausführlichere Mittheilung. (Report of the twenty-second Meeting of the British Association etc.; held at Belfast in September 1852. London 1853. Notices and Abstracts etc. p. 78.) Später spielte ich wieder darauf an in dem Vortrag über die Zitterwelse aus Westafrika (Monatsberichte der Akademie u. s. w. 1858. S. 106) und in den 'Untersuchungen am Zitteraal u. s. w.' S. 206.

Wegen der Nothwendigkeit, dem Muskelpaare das Becken zu lassen, liefert jeder Frosch nur ein Paar, daher jeder Versuch, der nicht unter jene beiden Ausnahmen gehört, einen neuen Frosch kostet. Sollen aber die Ergebnisse vergleichbar sein, so müssen die Frösche erstens der Grösse nach sich nicht zu sehr unterscheiden, zweitens sich in möglichst gleichem Zustande befinden. Erwägt man nun, dass, um zu einer einigermaassen vollständigen Kenntniss der Erscheinung zu gelangen, mindestens etwa zehn Schliessungszeiten und ebensoviel Stromdichten in beiden Richtungen durchzuprobiren sind, was zweihundert Versuche giebt; dass diese zweihundert Versuche möglichst hintereinander an fast ebensoviel möglichst gleich frischen und grossen Fröschen angestellt sein wollen; rechnet man hinzu die unvermeidlichen Fehlschläge und Wiederholungen, so sieht man, dass eine Tabelle, wie die verlangte, die Arbeit vieler Wochen ist, zu der eine grosse Menge günstiger Umstände sich vereinigen muss, und man wird sich nicht wundern, dass ich in so langer Zeit mich nur zweimal daran wagte.

Das erstemal, im Herbst 1855, besass ich noch keine der neuen Vorrichtungen und Versuchsweisen und ich wusste noch nichts vom secundären Widerstande. Ich entdeckte ihn vielmehr erst, leider zu spät, bei dieser Gelegenheit, und die ganze Arbeit, die übrigens jetzt auch sonst veraltet wäre, musste verworfen werden (vergl. oben S. 348).

Erst im vorigen Sommer, 1882, kam ich dazu, eine neue Tabelle auszuarbeiten. Die Schwierigkeiten waren mittlerweile nicht vermindert, denn in dem Maasse, wie die Hülfsmittel vervollkommnet waren, hatten auch die Ansprüche an Genauigkeit sich gesteigert. Als Normalmaass der Frösche setzte ich jetzt 22^{cm} zwischen Nasenspitze und längster Zehe fest; grössere Abweichungen als $^1/_2{}^{cm}$ liess ich nicht zu. Ich wendete vierzehn Schliessungszeiten an, von 0″.006 bis 25′, und neun Stromstärken, von Einem Daniell bis zu vierzig Grove. Ohne die Fehler und Wiederholungen betrug die Zahl der Versuche 198. Es würde dem Charakter der gegenwärtigen Mittheilung nicht entsprechen, diese Tabelle hier vollständig abzudrucken; nur eine Probe will ich davon geben.

		0″.006	0″.076	0″.320	1″.122	4″.626	10″.022	14″.754	20″.018	1′	5′
X ↑	S	+ 86sc	+ 133	+ 109	+ 84	+ 73	— 66	— 79	— 125	— 170	— 119
	P	18sc	109	400	305	1250	2020	2100	2216	1669 bis 1824	1824 bis 1962
↓	S	+ 79	+ 111	+ 160	+ 164	{— 15 {+ 4	{— 9 {+ 34	{— 87 {— 112	— 62	— 100	— 24
	P	14	178	229	865	2129	1337	2412	1777	1657 bis 1860	1860 bis 2151

Wie nicht gesagt zu werden braucht, zeigt der wagerechte Kopf die Schliessungszeiten, unter Einer Secunde vor dem ersten, unter Einer Minute vor der zweiten senkrechten Doppellinie. Die X bedeutet, dass der polarisirende Strom von zehn Grove herrührte. Die Pfeile geben die Stromrichtung in den Muskeln an. Die wagerechten Reihen S enthalten die Ablenkungen durch den secundären Strom; das Pluszeichen bedeutet positive, das Minuszeichen negative Polarisation. Die Empfindlichkeit der Bussole (S) war vermindert; es wurde nur eine Rolle in 3^{cm} Abstand angewendet. Zwei Zahlen hinter einer Klammer zeigen doppelsinnige Polarisation an. In den wagerechten Reihen P finden sich die Ablenkungen durch den primären Strom. Wegen $4''.626 > t_{max}$[1] erreicht für diese und für jede grössere Schliessungszeit der durch den primären Strom abgelenkte Spiegel der Bussole (P) die Ablenkung, in welcher er durch den beständigen Strom gehalten werden würde. Die Grösse der hier vorkommenden Zahlen rührt daher, dass die Ablenkungen reducirte sind. Die Bussole war nämlich graduirt, d. h. von 5 zu 5^{mm} des Geleises war das relative drehende Moment der Rolle bekannt. Je nach der Stromstärke wurde die Rolle so weit vom Spiegel entfernt, dass sie eine passende Ablenkung A erzeugte. Es heisse m das relative Moment für den Rollenabstand von 20^{mm}, m' das Moment für den jedesmal gewählten Abstand, so ist die reducirte Ablenkung $A_r = A \cdot m/m'$. Bei den grössten hier angewandten Stromstärken kamen reducirte Ablenkungen von fast 10000^{sc} heraus (vergl. oben S. 352). An den Zahlen P der Tabelle erkennt man übrigens sofort die grosse Unvollkommenheit, welche diesen Versuchen, trotz allen meinen Bemühungen, noch immer anhaftet. Von der Schliessungszeit $4''.626$ an sollten sämmtliche Ablenkungen durch den primären Strom dieselben sein; sie schwanken im Verhältniss von 100 : 180, zum Theil wegen der Unmöglichkeit, den Widerstand des Muskels und der Keilbäusche mit ihrer Thonbekleidung in mehreren aufeinanderfolgenden Versuchen gleich gross zu machen, zum Theil, da diese Erklärung kaum genügt, aus anderen, unbekannten Gründen. Das Wachsen der Stromstärke, wenn die Schliessung Eine Minute und darüber dauert, rührt von Erwärmung der Keilbäusche, ihrer Schneiden und der Muskeln selber her. Bei noch grösserer Stärke und längerer Dauer des Stromes wird diese Wirkung durch äusseren secundären Widerstand an der Eintrittsstelle des Stromes in die Muskeln überwogen (s. oben S. 349.)

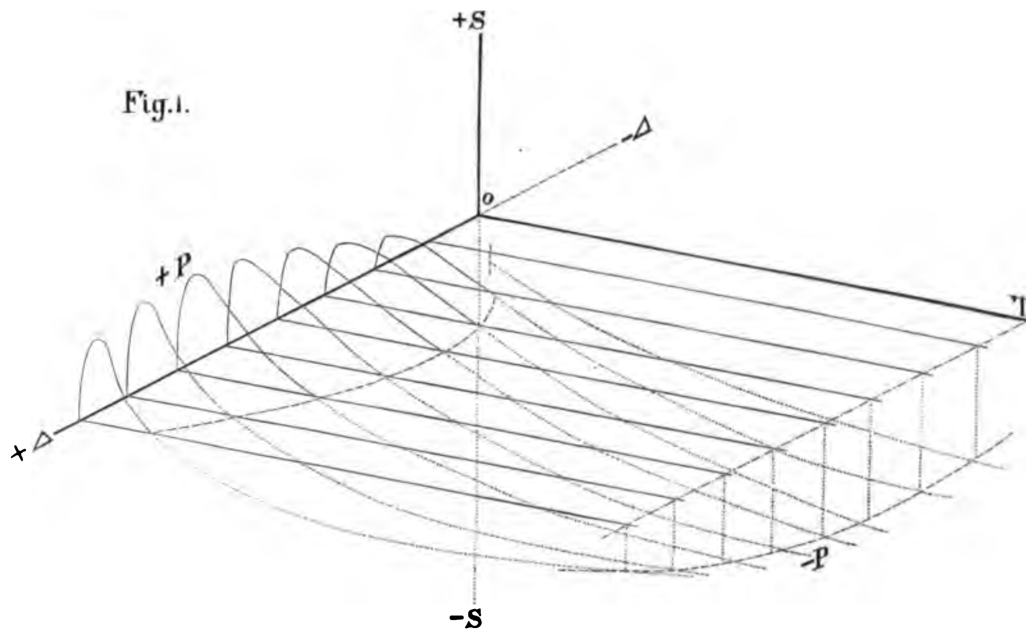
Die Polarisation nach $1'$ Schluss war so stätig, dass kurze Zeit der Säulenkreis geöffnet, der Bussolkreis geschlossen werden konnte,

[1] Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. I. S. 302.

ohne den Polarisationszustand merklich zu ändern, so dass kein neues Praeparat genommen zu werden brauchte (s. oben S. 354).

§. VIII. *Graphische Darstellung und Discussion der Polarisationscurven bezogen auf die Schliessungszeit.*

Wie unvollkommen diese Versuche auch noch seien, es lässt sich ihnen doch schon eine Anzahl wichtiger Schlüsse entnehmen. Die nebenstehende Fig. 1 zeigt zunächst den allgemeinen Gang der Erscheinung.



Nennen wir T die Schliessungszeit, $\triangle$ die Dichte des primären Stromes, $\pm s$ die Stärke der secundär-elektromotorischen Wirkung, so ist die perspectivisch gesehene, gleichsam gedielte Ebene die T-$\triangle$-Ebene. Auf den, bestimmten Schliessungszeiten und Stromdichten entsprechenden Punkten dieser Ebene sind parallel der S-Axe die secundären Wirkungen aufgetragen, die positiven über, die negativen unter der Ebene. Doch sind nicht die Ordinaten s selber gezeichnet, sondern die Curven, welche die zu einer bestimmten Stromdichte gehörigen Ordinaten verbinden, und also die Stärke der durch diese Stromdichte erzeugten secundären Wirkung als Function der Schliessungszeit vorstellen. Obschon im Allgemeinen von ähnlichem Verlaufe, ändern sich diese Curven doch stätig mit wachsender Stromdichte. In folgenden allgemeinen Eigenschaften kommen sie überein. Der Schliessungszeit

Null entspricht natürlich secundäre Wirkung gleich Null. Die Curven gehen also von der $\triangle$-Axe aus. Sie erheben sich schnell zu einem positiven Maximum, und senken sich dann minder steil, doch immer noch sehr rasch, der T-$\triangle$-Ebene zu. Bis zu dem Punkte, wo sie diese Ebene schneiden, sind sie in der Figur ausgezogen; weiterhin, in ihrem negativen Verlaufe, sind sie punktirt. Hier zeigt sich, in grösserer Entfernung vom Schneidepunkt als das positive Maximum, aber um so früher, je grösser die Stromdichte, ein meist schwächer ausgeprägtes negatives Maximum: bei einem Daniell erst nach 15′, einem Grove nach 10′, zwei Grove nach 5′, fünf Grove nach 1′ u. s. w. Bei 1′ liegt es auch in dem oben mitgetheilten Stück der Tabelle, welches mit zehn Grove gewonnen wurde, und man sieht klar, dass es nicht etwa auf Schwächung des primären Stromes durch secundären Widerstand beruhen kann. Über dies negative Maximum hinaus habe ich die Polarisationscurven bezogen auf die Schliessungszeit noch nicht weiter verfolgt. Doch bieten sie vermuthlich nichts Besonderes mehr dar, sondern nähern sich sehr allmählich der Axe der Schliessungszeiten, bis, bei übermässiger Dauer des Versuches, das Ergebniss zuletzt durch allerlei Nebenwirkungen getrübt wird.

Bei Stromdichten unter der von zwei Grove und ganz kurzer Schliessungszeit erscheint überhaupt keine an der Bussole bemerkbare Polarisation. Die ersten Spuren, welche man bei einem Daniell und 1″ Schliessungszeit auftreten sieht, sind negativ; negative innere Polarisation der Muskeln erhält man auch, wie ich dies schon vor langer Zeit beschrieb, durch längeres Hindurchleiten eines Stromes von der Ordnung des Muskelstromes.[1] Die ersten positiven Spuren dagegen kommen erst mit zwei Grove bei ungefähr 0″.3 Schliessungszeit zum Vorschein.

Die Schliessungszeit, für welche die positive Polarisation in die negative übergeht, mag die kritische heissen. In der Figur sind die Punkte, an welchen die Polarisationscurven bezogen auf die Schliessungszeit die T-$\triangle$-Ebene schneiden, durch eine gestrichelte Curve verbunden. Diese Curve ist also die der kritischen Schliessungszeiten bezogen auf die Axe der Stromdichten als Abscissenaxe. Wie man sieht, hat die Curve der kritischen Schliessungszeiten ein Maximum: in meinen Versuchen lag dies Maximum etwa bei der durch zwei Grove erzeugten Stromdichte, und die kritische Schliessungszeit betrug dann etwa 5″. Bei zwanzig Grove war sie nur etwa 1″.

Verbindet man die positiven Maxima der einzelnen Polarisationscurven bezogen auf die Schliessungszeit durch eine Curve, so zeigt

[1] Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 191. 192.

auch diese wieder ein Maximum bei etwa zwanzig bis dreissig Grove; und ebenso zeigt eine Curve, welche die negativen Maxima verbindet, ein Maximum, aber dies schon bei nur einem Grove.

Es bleibt übrig, von der Grösse dieser Maxima im Vergleich mit dem Muskelstrom eine Vorstellung zu geben. Liess ich durch den Bussolkreis, in welchem das Muskelpaar wie bei einem Polarisationsversuche sich befand, eine elektromotorische Kraft von etwa 0.045 bis 0.055 Raoult, entsprechend der Kraft eines mit dem ganzen[1] künstlichen Querschnitt aufgelegten Gracilis oder Semimembranosus, wirken, so erfolgte, bei der verminderten Empfindlichkeit der Bussole, eine Ablenkung von 235—285^{sc}. Die stärkste negative Polarisation beobachtete ich bei 10′ Minuten langer Schliessung eines Grove, und sie gab 423^{sc}. Die stärkste positive Polarisation erhielt ich durch 0″.075 lange Schliessung von zwanzig Grove; sie betrug 239^{sc}, und blieb also an elektromotorischer Kraft scheinbar etwas hinter dem Muskelstrome zurück. Doch werden wir bald sehen, dass dies eine trügliche Schätzung ist. Wie sich die secundär-elektromotorischen Wirkungen der Muskeln der Grösse nach zu denen anderer feuchter poröser Körper verhalten, ist noch nicht untersucht.

Sofern obige Zahlenwerthe für die Lage der Maxima u. d. m. von der Dichte des primären Stromes abhangen, gelten sie natürlich nur für das Muskelpaar von 22^{cm} langen Fröschen bei unserer Art der Zuleitung. Übrigens darf man nicht erwarten, das Verhältniss zwischen diesen Zahlenwerthen in Fig. 1 treu wiedergegeben zu finden. Räumliche Rücksichten machten dies unmöglich. Da beispielsweise die kritische Schliessungszeit in unseren Versuchen höchstens 5″ beträgt, das Maximum der negativen Polarisation aber erst nach 10—15′ eintritt, so müsste die Figur drei bis vier Meter lang sein, um bei den für die ersten Secunden der Schliessung angenommenen Maassen jenes Maximum an der richtigen Stelle zu zeigen; die Stromdichten müssten einen mindestens fünfmal breiteren Raum einnehmen u. d. m.

An die Versuche mit galvanischen Strömen von veränderlicher Stärke und Dauer schliessen sich solche mit Elektromotoren, welche ihrer Natur nach kurze Stromstösse erzeugen; diese geben ohne Weiteres positive Polarisation. Ich fand noch nicht Zeit, derartige Versuche mit den neuen Vorrichtungen und Versuchsweisen anzustellen, und muss mich begnügen, ältere Ergebnisse anzuführen, die im Wesentlichen richtig sein werden. Im December 1846 erhielt ich allem Anschein nach positive Polarisation an den Beinen eines lebenden Frosches durch die Schläge der SAXTON'schen Maschine,

[1] Vergl. Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 193. 243.

welche durch einen Commutator gleichgerichtet wurden. Die Maschine war die von OERTLING für DOVE gebaute;[1] da sie in den Besitz des physiologischen Institutes überging, bin ich in der Lage, jene noch mit sehr unvollkommenen Einsichten und Versuchsweisen angestellten Versuche zu controliren. Schon unter etwas besseren Bedingungen sah ich im November 1855 positive Polarisation am Muskelpaare durch Öffnungsschläge des Schlitteninductoriums. Endlich auch schon im December 1846 beobachtete ich positive Polarisation an ganzen Fröschen, die ich mit einer stark geladenen Leydener Batterie von etwa 0.31 Quadratmeter Belegung erschlug. Die Muskeln sahen blutrünstig aus, und reagirten nur noch spurweise auf weitere Schläge.[2]

§. IX. *Von den Polarisationscurven bezogen auf die Zeit nach Öffnung des primären Stromes.*

Die Polarisation der Muskeln kann nun noch in Bezug auf ihren zeitlichen Verlauf nach Öffnung des primären Stromes studirt, und dieser Verlauf durch eine auf die seitdem verflossene Zeit bezogene Curve dargestellt werden. Diese Zeit heisse die Öffnungszeit. Im Allgemeinen erscheint sowohl die positive wie die negative Polarisation sehr nachhaltig, und schon oben S. 354 wurde der Schwierigkeiten gedacht, welche daraus jedesmal erwachsen, dass man an demselben Muskel mehrere Versuche nach einander anstellen will. Nachdem der Muskel stärkere positive Polarisation annahm, können zwanzig Minuten und mehr vergehen, bis er sich seinem ursprünglichen Zustande wieder soweit genähert hat, dass man den Unterschied vernachlässigen kann. Da auch ohne polarisirt zu sein, der Muskel während dieser Zeit seinen elektromotorischen Zustand nicht unverändert bewahrt haben würde, ist es nicht einmal möglich zu sagen, ob und wann die Wiederherstellung vollendet ist. Ebenso verhält es sich mit der negativen Polarisation.

Allein die Polarisationscurven bezogen auf die Öffnungszeit bieten andere, wichtige Besonderheiten dar. Geschieht die Öffnung um die kritische Zeit, so erfolgt sehr oft doppelsinnige Ablenkung, zuerst negativer, dann positiver Polarisation entsprechend. Der Übergang rein positiver Polarisation in rein negative durch solche doppelsinnige Wirkung lässt sich auf die in Fig. 2 dargestellte Art erklären. Man hat

[1] Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. II. Abth. I. S. 398 ff.
[2] Untersuchungen a. a. O. S. 181. 182.

Fig. 2.

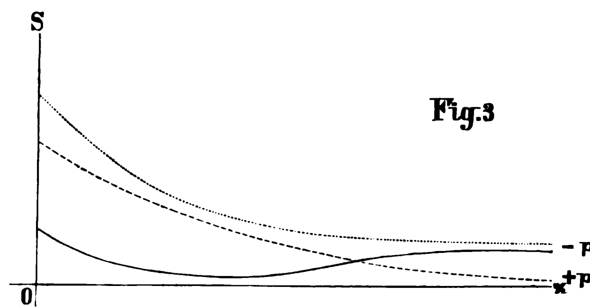
sich nicht zu denken, dass von der Öffnung des primären Kreises bis zum Umschlagen der Polarisation diese einfach positiv, darüber hinaus einfach negativ sei. Vielmehr sind von Anfang der Schliessungszeit an beide Polarisationen vorhanden, und wachsen nach verschiedenem Gesetz, indem die negative Polarisation mehr der Schliessungszeit proportional zunimmt, die positive zuerst schnell, dann langsam ansteigt. In der Figur ist dies auf der senkrechten Ebene dargestellt, welche sich, perspectivisch gesehen, von vorn und links nach hinten und rechts, erstreckt. In dieser Ebene ist die Abscissenaxe o T die wachsende Schliessungszeit, die gestrichelte Curve o $(+ P)$ ist die der positiven, die punktirte o $(- P)$ die der negativen Polarisation für eine bestimmte Stromdichte bezogen auf die Schliessungszeit. Dies sind die componirenden Curven;[1] denkt man sich deren Ordinaten algebraïsch summirt, und die Resultante je nach ihrem positiven oder negativen Werth ober- oder unterhalb der Abscissenaxe aufgetragen, so entsteht die ausgezogene resultirende Curve o $(+ m)$ T_k $(- m)$, welche bei T_k, der kritischen Schliessungszeit, die Abscissenaxe o T schneidet, und in der That nichts ist, als eine der Polarisationscurven bezogen auf die

[1] Vergl. Untersuchungen am Zitteraal u. s. w. S. 215.

Schliessungszeit, wie sie in Fig. 1 vorkamen. Das negative Maximum bei längerer Schliessungszeit erklärt sich durch die Annahmen, dass entweder die Curve der negativen Polarisation zu sinken, oder langsamer als die der positiven zu steigen, oder dass diese schneller zu steigen anfängt (s. unten S. 369. 399).

Auf senkrechten Ebenen, welche unter einem rechten Winkel an die S-T-Ebene der Polarisationscurven bezogen auf die Schliessungszeit stossen, sind nunmehr die componirenden Polarisationscurven bezogen auf die Öffnungszeit dargestellt; die Abscissenaxen $t_1 z_1$, $t_2 z_2$, $t_3 z_3$ sind jedesmal die wachsende Öffnungszeit. Die Polarisationscurven bezogen auf die Öffnungszeit sind entsprechend behandelt wie die bezogen auf die Schliessungszeit, aus welchen die componirenden gleichsam hervorgehen: die componirenden positiven sind gestrichelt, die componirenden negativen punktirt, die resultirenden sind ausgezogen. Dabei ist die Annahme gemacht, dass die positive Polarisation langsamer, die negative schneller in der Zeit abfällt. Nun zeigt ein Blick auf die Figur, dass beim Öffnen des primären Stromes zur Zeit t_1 die Polarisation stets positiv bleiben werde. Beim Öffnen zur Zeit T_k, wenn man sie träfe, wäre die Polarisation Null. Beim Öffnen zur Zeit t_2 aber erfolgt doppelsinnige Wirkung, zuerst negativ, dann positiv. Weiterhin, bei t_3, ist die negative Polarisation, welche mehr der Schliessungszeit proprotional wächst, so hoch über die von Anbeginn mehr auf gleicher Höhe verharrende positive gelangt, dass trotz dem steileren Abfall der negativen Curve die Curven sich nicht mehr schneiden, und rein negative Polarisation erscheint.

Ausser den doppelsinnigen Wirkungen, welche so sich befriedigend erklären, kommen in dem zeitlichen Verlaufe der Polarisationsströme noch manche Besonderheiten vor, die, da sie nicht gesetzmässig unter bestimmten Umständen auftreten, schwer mit Sicherheit zu deuten sind. In seltenen Fällen erfolgt doppelsinnige Polarisation mit positivem Vorschlage, negativer Hauptablenkung. Oft steigt die Polarisation sehr langsam an, was wohl auf Schwinden der entgegengesetzsen beruht. Manchmal sind die Wirkungen zwar einsinnig, aber insofern doppelt, als die Ablenkung erst ein Maximum erreicht, dann bis zu einem Minimum sinkt, und nun abermals zu einem Werthe, manchmal sogar über dem ersten Maximum anschwillt. Ein Fall der Art findet sich in der obigen Tabelle bei absteigendem Strom und 14."754 Schliessungszeit verzeichnet. Dies erklärt sich durch einen Gang der componirenden Curven, bei welchem die eine vollständig über der anderen verläuft, aber stärker gegen die Abscisse convex ist, so dass sie sich der unteren Curve erst nähert, dann von ihr entfernt, wie Fig. 3 zeigt.



Es ist unmöglich, diesen noch sehr unvollkommen erforschten Einzelheiten hier weiter nachzugehen. Das Wichtige, was schon jetzt daraussich ergiebt, besteht in der Nöthigung, die Coëxistenz der beiden Polarisationen im Muskel anzunehmen, woraus sogleich folgt, dass die scheinbare Grösse, in welcher uns die resultirende positive oder negative Polarisation entgegentrat, über die wahre Grösse der einzelnen Polarisationen nichts lehrt; denn man bekommt nur den Unterschied dieser Kräfte zu sehen, welche sehr viel grösser sein können, als ihr Unterschied.

§. X. *Vom Einflusse der Richtung des primären Stromes auf die secundär-elektromotorischen Wirkungen der Muskeln.*

Ich übergehe die zufälligen Wahrnehmungen und die lange Reihe vorbereitender Untersuchungen, welche mich schliesslich zur Einsicht führten, dass an einem regelmässigen Muskel, beispielsweise unserem Muskelpaare, die obere Hälfte in aufsteigender, die untere in absteigender Richtung stärkere positive Polarisation zeigt. Die beste Art, dies darzuthun, besteht darin, den primären Strom abwechselnd in beiden Richtungen erst durch die eine, dann durch die andere Muskelhälfte zu senden, indem man zwischen den einzelnen Stromstössen einen stets gleichen Zeitraum lässt, welcher die Zerstreuung der Polarisation bis auf einen kleinen Rest gestattet, den man dann compensirt. Will man deren völliges Verschwinden abwarten, so wird man zu einer so langen Pause zwischen den einzelnen Versuchen gezwungen, dass daraus grosse Übelstände erwachsen. Will man, ohne sich an die Zeit zu kehren, jedesmal warten, bis die Polarisation einen gewissen relativen oder absoluten Werth erreichte, d. h. bis sie entweder auf einen gewissen Bruchtheil ihres ursprünglichen Betrages oder auf eine gewisse Zahl von Scalentheilen oder Compensatorgraden sank, so geräth man auch in allerlei Ungewissheiten. Bei kurzer Schliessungszeit eines stärkeren Stromes leistet erstere Versuchsweise immer noch die besten Dienste. Jedenfalls ist sie der statistischen Methode vorzuziehen, welche darin besteht, einen mittleren

Werth für die positive und für die negative Polarisation an beiden Hälften aus Versuchen an stets erneuten Muskeln zu gewinnen, so dass jede Muskelhälfte nur einmal in Einem Sinne durchflossen wird. Die durch die Ungleichmässigkeit der Zuleitung bedingten Schwankungen in der Stärke des primären Stromes sind, wie wir schon oben S. 356 erfuhren, trotz aller Sorgfalt so bedeutend, dass zu ihrer Ausgleichung eine ganz ausserordentliche Zahl von Versuchen gehören würde.

Aber auch wenn einer und derselben Hälfte des Muskelpaares die Säulenschneiden unverrückt anliegen, ist nicht darauf zu rechnen, dass der primäre Strom in beiden Richtungen gleich stark sei. Für den elektrischen Strom gilt bekanntlich kein solches Gesetz der Reciprocität wie für den Lichtstrahl. Durch dieselbe Reihe von Leitern in entgegengesetzter Richtung wirkend, erzeugt dieselbe elektromotorische Kraft oft sehr verschieden starken Strom. Die Nothwendigkeit, über die Bedingungen der irreciproken Leitung elektrischer Ströme klar zu sehen, gab die Veranlassung zu einigen Versuchen von Hrn. von Beetz und mir, welche wiederum der Keim von Hrn. Prof. Christiani's gründlichen Untersuchungen über diesen Gegenstand wurden.[1] Ich habe mich davon überzeugt, dass durch einen Thonstab, dem der Strom wie einem Muskel zugeführt wird, völlig genügende Reciprocität der Leitung stattfindet.

Doch wird man sich selbstverständlich nicht auf diese allgemeine Erfahrung verlassen, sondern gerade hier am meisten darauf bedacht sein, die Stärke des primären Stromes neben der des secundären aufzuzeichnen. Hr. Prof. Georg Quincke, damals noch in Berlin, hatte die grosse Güte, mir bei den älteren Beobachtungen der Art behülflich zu sein, während neuerlich Hr. Prof. Christiani mir zur Seite stand, dem ich überhaupt für seine Unterstützung bei der jetzigen Organisation meiner Versuche zum wärmsten Danke verpflichtet bin. Folgende Tabelle giebt ein Bild davon, um wie grosse Unterschiede es sich an den beiden Muskelhälften handelt. Man hat sich zu denken, dass von den Bussolschneiden stets die eine dem Aequator des Muskelpaares anliegt, die andere unmittelbar entweder über der unteren, oder unter der oberen Säulenschneide.

Zehn Grove. Schliessungszeit 0''.320.

1. Obere Hälfte.

Muskelstrom: 189^{sc}, 21^{cgr}↓.

S	↑	+ 113^{sc}	↓	+ 93	↑	+ 145	↓	+ 81	↑	+ 159	↓	+ 64
P	↑	171^{sc}	↓	169	↑	153	↓	159	↑	180	↓	190

[1] Arthur Christiani, Beiträge zur Electricitätslehre. Über irreciproke Leitung electrischer Ströme u. s. w. Berlin 1876.

2. Untere Hälfte.

Muskelstrom: 214^{sc}, 22.5^{cgr} ↑.

	↓	↑	↓	↑	↓	↑
S	+ 294	+ 199	+ 285	− 3 + 136	+ 255	− 9 + 92
P	200	160	160	169	185	180

3. Nochmals obere Hälfte.

Muskelstrom: 264^{sc}, 27^{cgr} ↓.

	↓	↑
S	+ 34	+ 87
P	210	220

4. Nochmals untere Hälfte.

Muskelstrom: 285^{sc}, 30^{cgr} ↑.

	↑	↓
S	− 16 + 38	+ 142
P	190	190

Die Summe der aufsteigenden positiven Polarisationen in der oberen Muskelhälfte ist 504, die der absteigenden 272. Für die untere Hälfte sind die entsprechenden Zahlen 976 und 465. Die Zahlen an sich sind, nebenbei gesagt, nicht mit denen oben S. 355 zu vergleichen, da diesmal die Rolle der Bussole auf Null stand.

Ein Blick auf die Tabelle lehrt, dass nicht daran zu denken ist, die Überlegenheit der positiven Polarisation von Schwankungen in der Stärke des primären Stromes abzuleiten. Diese Schwankungen, welche zum Theil von Fehlern der die Schliessungszeit regelnden Vorrichtung herrühren, sind zuweilen unmerklich, zuweilen haben sie den verkehrten Sinn von dem, welchen sie haben müssten, um Verdacht zu erregen, und wenn sie dazu den richtigen Sinn haben, sind sie viel kleiner, als dass der Verdacht gegründet erscheinen könnte. Ohnehin sprechen gegen solche Erklärung die Fälle, deren die Tabelle drei bietet, wo bei der für die positive Polarisation minder günstigen Richtung des polarisirenden Stroms ein negativer Vorschlag erscheint, vollends die nicht seltenen Fälle, wo die Polarisation rein negativ wird, da bei gleicher Schliessungszeit doppelsinnige Wirkung oder negative Polarisation vielmehr stärkeren polarisirenden Strom voraussetzen. Diese Fälle schliessen auch die Vorstellung aus, dass es sich um ein Widerstandsphaenomen handele.

Eine andere Vermuthung, welche sich hier darbietet, verdient dagegen ernstliche Erwägung. Die ganze Erscheinung könnte nämlich auf Täuschung beruhen. Wie sich nach dem Gesetze des Muskelstromes von selbst versteht, und wie auch für den vorliegenden Fall aus der Tabelle erhellt, herrscht in der oberen Muskelhälfte auf-, in der unteren absteigender Muskelstrom. Die negative Schwankung, und deren Nach-

wirkung, stellt sich also in der oberen Hälfte als aufsteigende, in der unteren als absteigende elektromotorische Wirkung dar. Demnach wird sich die Nachwirkung in der oberen Hälfte bei aufsteigendem polarisirendem Strome der positiven Polarisation hinzufügen, bei absteigendem davon abziehen. In der unteren Hälfte wird, *mutatis mutandis*, dasselbe geschehen. Da nun beim Durchgang des polarisirenden Stromes der Muskel zuckt, so wäre, ohne irgend Neues zu Hülfe zu nehmen, hier Alles aus Altbekanntem erklärt.

Auf doppelte Art glaube ich bewiesen zu haben, dass diese Erklärung, obwohl denkbar, nicht richtig ist.

Erstens verschaffte ich mir eine Vorstellung davon, welche Grösse denn die Nachwirkung hier erreichen könne. Statt der polarisirenden Säule liess ich die mit Regelung der Schliessungszeit beauftragte Vorrichtung den primären Kreis des Schlitteninductoriums schliessen. Am Muskelpaare hing diesmal noch der Nerv, und lag den Platinblechen der stromzuführenden Vorrichtung auf.[1] Bei dem Spiel dieser Vorrichtung wurde also der Muskel, statt polarisirt, während eines Bruchtheiles einer Secunde tetanisirt, und zwischen Ende des Tetanus und Schliessen des Multiplicatorkreises verfloss dieselbe Zeit, wie zwischen Ende des polarisirenden Stromes und demselben Augenblick. Es ergab sich in mehreren nach den damaligen Ansprüchen untadelhaften Versuchen, dass bei dieser Versuchsweise die Nachwirkung nur spurweise sichtbar wird, und keinenfalls im Stand ist, die beobachteten Unterschiede der Polarisation zu erklären. Eigentlich liess sich dies vorhersehen, da die Nachwirkung mit der Dauer des Tetanus wächst, dieser aber hier nur ganz kurze Zeit anhält.

Zweitens schnitt ich die Muskeln am Aequator bis etwa zur Hälfte ihrer Dicke ein, so dass eine klaffende Wunde entstand, die sich als künstlicher Querschnitt verhielt. Der Wunde zunächst wurde der sonst am Aequator befindliche Keilbausch angebracht. Der Muskelstrom hatte nun in beiden Hälften die verkehrte Richtung, und folglich musste sie auch die negative Schwankung haben. Dennoch hatte nach wie vor die aufsteigende positive Polarisation in der oberen, die absteigende in der unteren Muskelhälfte die Oberhand.

Wenn ich demnach als ausgemacht betrachte, dass die positive Polarisation in den beiden Muskelhälften sich je nach der Richtung des polarisirenden Stromes verschieden stark zeigt, so soll doch dieser Ausdruck nur die unmittelbare Erscheinung wiedergeben, denn keineswegs ist diese eindeutig. Nennen wir die durch aufsteigenden Strom

---

[1] Es war im März 1857, vor der Zeit des physiologischen Thones und der unpolarisirbaren Elektroden. Der Muskelstrom wurde am Nervenmultiplicator beobachtet.

erzeugte positive und negative Polarisation beziehlich $P_{\uparrow}$, $\Pi_{\uparrow}$, die entsprechenden Polarisationen durch den absteigenden Strom ebenso $P_{\downarrow}$, $\Pi_{\downarrow}$, so ist der Thatbestand, dass nicht $P_{\uparrow} - \Pi_{\uparrow} = P_{\downarrow} - \Pi_{\downarrow}$, sondern dass in der oberen Muskelhälfte das linke, in der unteren das rechte Glied das grössere ist. Natürlich kann dies durch viele Combinationen von positiven und negativen Veränderungen der vier Termen zu Stande kommen, von welchen aber zwei besonders in's Auge zu fassen sind. Entweder es ist

$$P_{\uparrow} \gtrless P_{\downarrow}, \text{ oder } \Pi_{\downarrow} \gtrless \Pi_{\uparrow};$$

das obere Zeichen gilt in der oberen, das untere in der unteren Muskelhälfte. Welcher Fall in Wirklichkeit stattfinde, werden wir unten erfahren.

Eine merkwürdige Thatsache, welche sich auch in der Tabelle ausspricht, ist die grössere Stärke aller secundären Wirkungen in der unteren Muskelhälfte. Vernachlässigt man die negativen Vorschläge, so beträgt die Summe der secundären Wirkungen in der oberen Hälfte 776, die in der unteren 1341^{sc}. Die entsprechenden Zahlen für den primären Strom sind 1452 und 1434^{sc}. Der Unterschied der secundären Wirkungen erklärt sich nicht aus der abwärts verjüngten Form des Semimembranosus, denn ich habe ihn auch am symmetrisch gebauten Gracilis wahrgenommen. Mit symmetrisch dem Muskelpaar angelegten Bussolschneiden müsste man, bei abwechselnd auf- und absteigendem polarisirenden Strome, in absteigender Richtung stärkere positive Polarisation erhalten, als in aufsteigender. Dies habe ich schon im Januar 1857, zwar mit minder vollkommenen Hülfsmitteln, doch mit genügender Schärfe, in der That beobachtet.

Wichtig ist die Bemerkung, dass bei längerer Dauer der hier beschriebenen Versuchsreihen deren Erfolg unsicher wird, und zuletzt sich oft in das Gegentheil verkehrt, so dass beispielsweise in der oberen Muskelhälfte nicht nur die absteigende positive Polarisation stärker ausfällt, sondern sogar in aufsteigender Richtung negative Polarisation erscheint.

Ein Umstand verdient endlich noch Erwähnung, der in der Tabelle so entschieden hervortritt, dass ich trotz seiner Paradoxie ihn als vollgültig betrachten muss. Bei sehr starken absteigenden Strömen nämlich wird nach der kritischen Schliessungszeit, die sich wie gewöhnlich durch doppelsinnige Ausschläge kennzeichnet, die Polarisation im ganzen Muskelpaare wieder positiv. Bei zwanzig Grove war von diesem Verhalten erst eine Spur da; bei dreissig Grove war es stärker, bei vierzig aber so stark ausgeprägt, dass ich bei 20″; 1′; 5′

Schliessungszeit durch den aufsteigenden Strom beziehlich erhielt: — 125; — 112; — 170^{sc}; durch den absteigenden: + 165; + 166; + 117^{sc}. Ob und wie dies mit der verschiedenen Polarisirbarkeit der beiden Muskelhälften in beiden Richtungen zusammenhänge, ist noch ganz dunkel. Um das Verhalten in Fig. 1 aufzunehmen, hätten die Curven auch jenseit der T-Axe, von der $(-\triangle)$-Axe aus, entworfen werden müssen. Dies lohnte sich um so weniger, als, wie man jetzt sieht, eigentlich für jede Muskelhälfte solche Doppelfigur nöthig wäre.

Polarisationsversuche bei querer Richtung des polarisirenden Stromes im Muskel stossen auf grosse Schwierigkeiten, und sind noch nicht befriedigend durchgeführt.

§. XI. *Vom Einflusse verschiedener Umstände auf die Polarisation der Muskeln.*

Vor allen Dingen ist hervorzuheben, dass die positive innere Polarisation der Muskeln nur im Zustand des Lebens wahrgenommen wird.

Von der negativen inneren Polarisation hatte ich früher berichtet, dass sie auch an gekochten Muskeln noch vorhanden sei.[1] Dies war ein Irrthum, wie ich später erkannte, als ich statt an ganzen Gliedmaassen, an einzelnen Muskeln experimentirte. Die innere Polarisirbarkeit der Froschmuskeln wird durch Abbrühen, vollends durch Kochen, vernichtet. Dennoch findet man, wie ich richtig gesehen hatte, an einem ganzen gesottenen Froschbeine starke innere negative Polarisation. Bei näherer Untersuchung zeigt sich aber, dass während die Muskeln selber völlig unwirksam wurden, diese Polarisation im Kniegelenk, also in Knochen oder Bändern oder beiden, ihren Sitz hat. Auch das Fussgelenk eines gesottenen Unterschenkels findet man stark polarisirbar. Im Fall des ganzen Beines dienen also die Muskelmassen der Gliedmaassen nur den Gelenken als Zuleitung.

Auf andere Weise abgestorbene Muskeln — Rindfleisch vom Schlächter, Froschmuskeln, welche 48 Stunden in der feuchten Kammer oder in Wasser lagen, oder über Chlorcalcium getrocknet und wieder aufgeweicht wurden — zeigten am Nervenmultiplicator noch schwache Reste negativer innerer Polarisirbarkeit durch den Strom von fünfzig Grove.

[1] Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. I. S. 378. 379.

Abbrühen und Kochen der Muskeln üben demnach auf die innere Polarisirbarkeit einen besonders verderblichen Einfluss. Bei derselben Gelegenheit fand ich (im September 1855) die seitdem von Hrn. Joh. Ranke genauer untersuchte Thatsache, dass Kochen den eigenthümlichen Widerstand der Muskeln erheblich vermindert.[1] Es muss dahingestellt bleiben, ob diese Thatsache und die Vernichtung der inneren Polarisirbarkeit der Muskeln durch Kochen mit einander zusammenhängen.

Ich glaube bemerkt zu haben, dass auch der längere Hindurchgang eines sehr starken Stromes die Polarisirbarkeit vernichtet. Dies würde erklären, warum sich ein Maximum der negativen Polarisirbarkeit, und zwar um so früher einstellt, je dichter der Strom. Wie dem auch sei, in meinen Tagebüchern sind Fälle verzeichnet, wo trotz der Vernichtung der Polarisirbarkeit durch einen starken Strom die Muskeln noch zuckten; bei der Unvollkommenheit meiner älteren Versuche bin ich aber dieser Dinge nicht gewiss, und führe sie nur an, um anzudeuten, was es hier wohl Alles noch zu ermitteln gebe.

Zwischen Kochsalzlösung und Muskelfleisch entwickelt sich, wie zwischen derselben Lösung und anderen thierischen Geweben (s. oben S. 348), positive Polarisation. Eine Scheibe Rindfleisch, in welcher der Strom nur mässige Dichte erlangt, giebt zwischen Salzbäuschen nur positive, ein langer dünner Streif doppelsinnige oder rein negative Polarisation in geringem Betrage, weil dann die negative innere neben der positiven äusseren Polarisation zum Vorschein kommt.

Dass die Gliedmaassen eines lebenden Frosches positive innere Polarisation annehmen, sahen wir oben S. 359. 360. Ich habe solche Versuche aber auch schon früh am lebenden Menschen angestellt. In den Jahren 1845 und '46 hatte ich mir eine kräftige Volta'sche Säule ursprünglichster Einrichtung, bestehend aus 150 Zinkkupfer-Plattenpaaren, verschafft. Von diesen Paaren waren 100 kreisrund bei $1\frac{1}{2}''$ Durchmesser, 50 viereckig bei $2\frac{1}{2}''$ Seite. Sollte die Säule gebraucht werden, so kamen als feuchte Leiter zwischen den Plattenpaaren Pappscheiben getränkt mit ziemlich concentrirter warmer Salmiaklösung zu liegen. Mit der letzten Zinkplatte verbunden tauchte eine Kupfer-, mit der letzten Kupferplatte verbunden eine Zinkplatte in je ein Becken mit gesättigter Kochsalzlösung. Zuerst wurden die Zeigefinger in den Zuleitungsgefässen des Muskelmultiplicators auf ihre Gleichartigkeit geprüft. Dabei stiess ich natürlich auf dieselben, seitdem durch die Compensationsmethode überwundenen Schwierigkeiten,

[1] Joh. Ranke, Tetanus. Eine physiologische Studie u. s. w. Leipzig 1865. S. 10. 19 ff.

Schliessungszeit durch den aufsteigenden Strom beziehlich erhielt: -- 125; — 112; — 170^{sc}; durch den absteigenden: + 165; + 166; + 117^{sc}. Ob und wie dies mit der verschiedenen Polarisirbarkeit der beiden Muskelhälften in beiden Richtungen zusammenhänge, ist noch ganz dunkel. Um das Verhalten in Fig. 1 aufzunehmen, hätten die Curven auch jenseit der T-Axe, von der $(-\triangle)$-Axe aus, entworfen werden müssen. Dies lohnte sich um so weniger, als, wie man jetzt sieht, eigentlich für jede Muskelhälfte solche Doppelfigur nöthig wäre.

Polarisationsversuche bei querer Richtung des polarisirenden Stromes im Muskel stossen auf grosse Schwierigkeiten, und sind noch nicht befriedigend durchgeführt.

§. XI. *Vom Einflusse verschiedener Umstände auf die Polarisation der Muskeln.*

Vor allen Dingen ist hervorzuheben, dass die positive innere Polarisation der Muskeln nur im Zustand des Lebens wahrgenommen wird.

Von der negativen inneren Polarisation hatte ich früher berichtet, dass sie auch an gekochten Muskeln noch vorhanden sei.[1] Dies war ein Irrthum, wie ich später erkannte, als ich statt an ganzen Gliedmaassen, an einzelnen Muskeln experimentirte. Die innere Polarisirbarkeit der Froschmuskeln wird durch Abbrühen, vollends durch Kochen, vernichtet. Dennoch findet man, wie ich richtig gesehen hatte, an einem ganzen gesottenen Froschbeine starke innere negative Polarisation. Bei näherer Untersuchung zeigt sich aber, dass während die Muskeln selber völlig unwirksam wurden, diese Polarisation im Kniegelenk, also in Knochen oder Bändern oder beiden, ihren Sitz hat. Auch das Fussgelenk eines gesottenen Unterschenkels findet man stark polarisirbar. Im Fall des ganzen Beines dienen also die Muskelmassen der Gliedmaassen nur den Gelenken als Zuleitung.

Auf andere Weise abgestorbene Muskeln — Rindfleisch vom Schlächter, Froschmuskeln, welche 48 Stunden in der feuchten Kammer oder in Wasser lagen, oder über Chlorcalcium getrocknet und wieder aufgeweicht wurden — zeigten am Nervenmultiplicator noch schwache Reste negativer innerer Polarisirbarkeit durch den Strom von fünfzig Grove.

[1] Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. I. S. 378. 379.

Abbrühen und Kochen der Muskeln üben demnach auf die innere Polarisirbarkeit einen besonders verderblichen Einfluss. Bei derselben Gelegenheit fand ich (im September 1855) die seitdem von Hrn. Joh. Ranke genauer untersuchte Thatsache, dass Kochen den eigenthümlichen Widerstand der Muskeln erheblich vermindert.[1] Es muss dahingestellt bleiben, ob diese Thatsache und die Vernichtung der inneren Polarisirbarkeit der Muskeln durch Kochen mit einander zusammenhängen.

Ich glaube bemerkt zu haben, dass auch der längere Hindurchgang eines sehr starken Stromes die Polarisirbarkeit vernichtet. Dies würde erklären, warum sich ein Maximum der negativen Polarisirbarkeit, und zwar um so früher einstellt, je dichter der Strom. Wie dem auch sei, in meinen Tagebüchern sind Fälle verzeichnet, wo trotz der Vernichtung der Polarisirbarkeit durch einen starken Strom die Muskeln noch zuckten; bei der Unvollkommenheit meiner älteren Versuche bin ich aber dieser Dinge nicht gewiss, und führe sie nur an, um anzudeuten, was es hier wohl Alles noch zu ermitteln gebe.

Zwischen Kochsalzlösung und Muskelfleisch entwickelt sich, wie zwischen derselben Lösung und anderen thierischen Geweben (s. oben S. 348), positive Polarisation. Eine Scheibe Rindfleisch, in welcher der Strom nur mässige Dichte erlangt, giebt zwischen Salzbäuschen nur positive, ein langer dünner Streif doppelsinnige oder rein negative Polarisation in geringem Betrage, weil dann die negative innere neben der positiven äusseren Polarisation zum Vorschein kommt.

Dass die Gliedmaassen eines lebenden Frosches positive innere Polarisation annehmen, sahen wir oben S. 359. 360. Ich habe solche Versuche aber auch schon früh am lebenden Menschen angestellt. In den Jahren 1845 und '46 hatte ich mir eine kräftige Volta'sche Säule ursprünglichster Einrichtung, bestehend aus 150 Zinkkupfer-Plattenpaaren, verschafft. Von diesen Paaren waren 100 kreisrund bei $1^1/_2''$ Durchmesser, 50 viereckig bei $2^1/_2''$ Seite. Sollte die Säule gebraucht werden, so kamen als feuchte Leiter zwischen den Plattenpaaren Pappscheiben getränkt mit ziemlich concentrirter warmer Salmiaklösung zu liegen. Mit der letzten Zinkplatte verbunden tauchte eine Kupfer-, mit der letzten Kupferplatte verbunden eine Zinkplatte in je ein Becken mit gesättigter Kochsalzlösung. Zuerst wurden die Zeigefinger in den Zuleitungsgefässen des Muskelmultiplicators auf ihre Gleichartigkeit geprüft. Dabei stiess ich natürlich auf dieselben, seitdem durch die Compensationsmethode überwundenen Schwierigkeiten,

[1] Joh. Ranke, Tetanus. Eine physiologische Studie u. s. w. Leipzig 1865. S. 10. 19 ff.

wie bei den Versuchen über negative Schwankung durch willkürlichen Tetanus.[1] Nun wurden die Finger in die Säulenbecken getaucht, um den Schlag zu nehmen, und darauf wieder in die Zuleitungsgefässe, um die secundär-elektromotorische Wirkung zu beobachten.

Die Schläge der Säule waren keine Kleinigkeit. Mit voller Hand genommen spürte man sie bis in die Schultern, und während des dauernden Schlusses hatte man jene Empfindungen von Wärme und Kälte, welche im Anfange des Jahrhunderts Joh. Wilh. Ritter zum Gegenstand seiner naturphilosophischen Constructionen machte.[2] Meine Jugendfreunde Wilhelm Beetz, Ernst Brücke, Karl v. Erlach, J. W. Halske, Gustav Karsten theilten damals mit mir die Beschwerden dieser Versuche; ich bin glücklich, nach fast vierzig Jahren ihnen hier meinen Dank abstatten zu können. Das Ergebniss war zunächst ein regelloses Durcheinander positiver und negativer Ausschläge; doch gelang es bald, die Erscheinungen zu beherrschen. Nach kurzem Säulenschlusse erfolgte positive, nach langem (15″ waren Alles, was man aushalten konnte) negative Polarisation; nach mässig langem Schlusse bei schnellem Übertragen der Finger aus dem Säulenbecken in die Zuleitungsgefässe, negative, bei langsamem Übertragen positive Polarisation.

Die Wirkungen waren stark genug, um zu versuchen, ob sie nicht am stromprüfenden Schenkel sich würden sichtbar machen lassen. Wirklich war dies der Fall. Auf Humboldt'sche Weise[3] wurden dem Nerven zwei Stücke Rindfleisch als Zuleiter angelegt: berührte ich diese mit den Fingern, nachdem ich mich im Säulenkreise polarisirt hatte, so zuckte der Schenkel auf das Lebhafteste. Da es nicht gelingt, durch willkürlichen Tetanus den Froschschenkel zum Zucken zu bringen, ist es von einigem Interesse, dass man es durch secundär-elektromotorische Wirkung vermag.

Versuche, den menschlichen Körper mittels des Schlages der Leydener Batterie zu polarisiren, blieben erfolglos. Im Ganzen erscheinen diese Thatsachen in völliger Übereinstimmung mit denen an den Froschmuskeln und lebenden Fröschen. Leider sind sie mit einer Unsicherheit behaftet, welche sie bis auf Weiteres entwerthet. Ich kannte damals noch nicht die Polarisation an der Grenze von Elektrolyten. Ich achtete nun wohl darauf, ob die Finger nach dem Schliessen

---

[1] Monatsberichte der Akademie u. s. w. 1852. S. 111; — Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere u. s. w. 1857. Bd. II. S. 247; — Untersuchungen über thierische Elektricität Bd. II. Abth. II. S. 186 ff.

[2] Untersuchungen u. s. w. Bd. I. S. 356. 357.

[3] Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser u. s. w. Posen und Berlin 1797. Bd. I. S. 35 ff.

der Säule in der Art wie die Enden eines durchströmten Frosches sauer und alkalisch reagirten, und fand auch, bei längerer Dauer des Schlusses, einmal Spuren saurer Reaction an dem einen Finger, doch erschienen sie mir zu unbedeutend, um weiter Etwas darauf zu geben, um so mehr, als absichtliches Verunreinigen der Finger mit verdünnter Salpetersäure und Kalilauge keine mit den zu erklärenden recht vergleichbare Wirkungen hervorbrachte. Ich begreife aber heute nicht, warum ich nicht den Versuch so abänderte, dass beispielsweise mit den Zeigefingern der Schlag genommen, von den Mittelfingern die secundär-elektromotorische Wirkung abgeleitet wurde. Bis der Versuch in dieser oder einer ähnlichen Form geglückt ist, bleibt der Verdacht auf ihm ruhen, dass es sich darin nur um äussere positive Polarisation in der Haut, nicht um innere positive Polarisation der Muskeln handelt; und was diesen Verdacht dringender macht, ist die geringe Wahrscheinlichkeit, dass auch ein so starker Strom wie der meiner 150gliederigen Säule in den menschlichen Gliedmaassen hinlängliche Dichte erlangen sollte, um die Muskeln innerlich positiv zu polarisiren.

Dagegen ist kein Grund vorhanden zu bezweifeln, dass die in diesen Versuchen beobachteten negativen Ausschläge auf ächter innerer Polarisation beruhten, und diese neue Wirkung des Stromes im menschlichen Körper scheint mir der Aufmerksamkeit der Elektrotherapeuten einigermaassen werth zu sein.

§. XII. *Die positive innere Polarisation der Muskeln im Conflict mit Tetanus.*

Eine der merkwürdigsten Beziehungen, welche die positive innere Polarisation der Muskeln zeigt, besteht darin, dass sie durch deren Thätigkeitszustand beeinflusst wird, und zwar nimmt der tetanisirte Muskel weniger starke Polarisation an, als der ruhende.

Der Versuch ist schwierig wegen der sich einmischenden und nicht immer sicher in Rechnung zu ziehenden negativen Schwankung. Die Bussolschneiden müssen dem Muskelpaare, dem der Nerv gelassen ist, so angelegt sein, dass der Muskelstrom möglichst schwach ist; dann ist es auch die negative Schwankung. Wegen des asymmetrischen Baues des Semimembranosus herrscht bei symmetrischer Lage der Schneiden gewöhnlich mehr oder minder starker aufsteigender Strom (s. oben S. 353). Man erhält daher das gesuchte Gleichgewicht, indem man mit der unteren Schneide höher am Muskel hinaufrückt. Das Muskelpaar muss so stark gespannt sein, dass es beim Tetanisiren sich nicht merklich

verschiebt. Man verzeichnet Betrag und Richtung der noch übrigen Schwankung. Darauf sendet man alle anderthalb bis zwei Minuten einen polarisirenden Stromstoss von kurzer Dauer durch das Muskelpaar, indem man es abwechselnd das eine Mal in Ruhe lässt, das andere Mal tetanisirt. Man wählt die Richtung des Stosses so, dass die negative Schwankung sich zur secundär-elektromotorischen Wirkung addirt. Trotzdem fällt diese Wirkung regelmässig während des Tetanus kleiner aus, als bei Ruhe des Muskels. Folgende Tabelle giebt ein Beispiel dieses Verhaltens.

11. September 1855.

Muskelmultiplicator, Platinelektroden in gesättigter Kochsalzlösung. Kochsalzkeilbäusche mit Eiweisshäutchen. Zwanzig Grove. Schliessungszeit etwa 1″. Anderthalb Minuten zwischen den Versuchen.

No.	Tetanus allein.	Aufsteigender polarisirender Stromstoss		Δ
		allein.	mit Tetanus.	
1.	5° ↑	—	—	—
2.	—	+ 53°.5	—	
				+ 18°.5
3.	—	—	+ 35°.0	
				— 1.0
4.	—	+ 36.0	—	
				+ 19.5
5.	—	—	+ 16.5	—
6.	—	—	+ 9.5	
				— 3.0
7.	—	+ 12.5	—	—
8.	1.5 ↑	—	—	—

Die Stärke des primären Stromes wurde nicht verzeichnet; doch nimmt nach meinen Versuchen der Widerstand des immobilisirten Muskels im Tetanus um eine kleine Grösse ab.[1]

Das Tagebuch berichtet von keiner Vorkehrung, damit stets der Tetanus gleich lange dauere und der Stromstoss gleich lange nach dem Beginn des Tetanus eintrete. Mit den heutigen Einsichten und Hülfsmitteln wird es natürlich leicht sein, ungleich vollkommenere Zahlenreihen als obige zu gewinnen. Wie sie sind, scheinen sie an dem hingestellten Satze keinen Zweifel übrig zu lassen.

[1] Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. II. Abth. I. 1849. S. 74 ff. — Als diese Bogen meines Werkes gedruckt wurden, war Hrn. Helmholtz' Arbeit 'Über die Wärmeentwickelung bei der Muskelaction' (in Joh. Müller's Archiv für Anatomie, Physiologie u. s. w. 1848. S. 144 ff.) noch nicht erschienen. Ich hätte sonst Grund gehabt, die Möglichkeit zu erwägen, dass die von mir beobachtete Widerstandsverminderung auf Erwärmung des Muskels beruhe. Auch die Säurung des Muskels bei der Zusammenziehung entdeckte ich erst viel später.

Ich habe ähnliche Versuche auch mit negativer Polarisation gemacht. Aus gewissen Gründen dachte ich mir, dass diese Polarisation durch den Thätigkeitszustand des Muskels nicht verändert würde. Wegen der Schwächung der davon sich abziehenden positiven Polarisation müsste sie dann stärker erscheinen. Leider stösst man bei der Prüfung, ob dem so sei, auf die Schwierigkeit, dass eine Schliessungszeit von mindestens 10″ nöthig ist, um die passende negative Polarisation zu erhalten. Da der Tetanus früher anfangen, und länger dauern muss, als der polarisirende Strom, so wird der Muskel dermaassen angegriffen, dass man meist nichts zu sehen bekommt, als schnelles Sinken aller Wirkungen. Doch glaube ich in meinen Zahlenreihen Spuren des erwarteten Verhaltens vor mir zu haben, welche kaum auf blossem Zufall beruhen dürften.

Schliesslich sei bemerkt, dass eigentlich nicht recht zu verstehen ist, worin ein gewöhnlicher Versuch über positive Polarisation und ein Versuch über positive Polarisation im Conflict mit Tetanus sich von einander unterscheiden. Denn auch im Versuch ohne Tetanus ist während der kurzen Durchströmung der Muskel in Zuckung begriffen. Es ist noch nicht an der Zeit, diese Frage zu erläutern. Vielleicht beruht die scheinbar geringere positive Polarisirbarkeit des tetanisirten Muskels darauf, dass der den Säulenschluss überdauernde Tetanus die positive Polarisation zum Theil aufhebt.

§. XIII. *Von den secundär-elektromotorischen Erscheinungen der Nerven.*

Als ich im Herbst 1852 der British Association zu Belfast eine Mittheilung über secundär-elektromotorische Wirkungen der Muskeln und Nerven machte (s. oben S. 354), war es mir noch nicht gelungen, von den Nerven positive innere Polarisation zu erhalten. Im Zusammenhang mit meiner Hypothese über den Elektrotonus, und in Hinblick auf die Thatsache, dass Muskeln keinen extrapolaren Elektrotonus zeigen (s. oben S. 344 Anm.), verglich ich damals die Muskeln mit hartem Stahl, die Nerven mit weichem Eisen.[1] Die mittlere Strecke einer Stahlstange, von durchströmten Windungen umgeben, wird magnetisch, und bleibt es nach Aufhören des Stromes; aber nur durch Fernwirkung breitet sich der Magnetismus zeitweise über die unmittelbar betroffene Strecke aus. Besteht die Stange aus weichem Eisen, so wird sie in ihrer ganzen Länge magnetisirt, wenn auch mit abnehmender Kraft von der Rolle nach den Enden zu; aber nach Aufhören des Stromes ist der Magnetismus überall verschwunden.

[1] Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. II. Abth. I. S. 326.

verschiebt. Man verzeichnet Betrag und Richtung der noch übrigen Schwankung. Darauf sendet man alle anderthalb bis zwei Minuten einen polarisirenden Stromstoss von kurzer Dauer durch das Muskelpaar, indem man es abwechselnd das eine Mal in Ruhe lässt, das andere Mal tetanisirt. Man wählt die Richtung des Stosses so, dass die negative Schwankung sich zur secundär-elektromotorischen Wirkung addirt. Trotzdem fällt diese Wirkung regelmässig während des Tetanus kleiner aus, als bei Ruhe des Muskels. Folgende Tabelle giebt ein Beispiel dieses Verhaltens.

11. September 1855.

Muskelmultiplicator, Platinelektroden in gesättigter Kochsalzlösung. Kochsalzkeilbäusche mit Eiweisshäutchen. Zwanzig Grove. Schliessungszeit etwa 1″. Anderthalb Minuten zwischen den Versuchen.

No.	Tetanus allein.	Aufsteigender polarisirender Stromstoss		Δ
		allein.	mit Tetanus.	
1.	5° ↑	—	—	—
2.	—	+ 53°.5	—	
				+ 18°.5
3.	—	—	+ 35°.0	
				— 1.0
4.	—	+ 36.0	—	
				+ 19.5
5.	—	—	+ 16.5	—
6.	—	—	+ 9.5	
				— 3.0
7.	—	+ 12.5	—	—
8.	1.5 ↑	—	—	—

Die Stärke des primären Stromes wurde nicht verzeichnet; doch nimmt nach meinen Versuchen der Widerstand des immobilisirten Muskels im Tetanus um eine kleine Grösse ab.[1]

Das Tagebuch berichtet von keiner Vorkehrung, damit stets der Tetanus gleich lange dauere und der Stromstoss gleich lange nach dem Beginn des Tetanus eintrete. Mit den heutigen Einsichten und Hülfsmitteln wird es natürlich leicht sein, ungleich vollkommenere Zahlenreihen als obige zu gewinnen. Wie sie sind, scheinen sie an dem hingestellten Satze keinen Zweifel übrig zu lassen.

[1] Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. II. Abth. I. 1849. S. 74 ff. — Als diese Bogen meines Werkes gedruckt wurden, war Hrn. Helmholtz' Arbeit 'Über die Wärmeentwickelung bei der Muskelaction' (in Joh. Müller's Archiv für Anatomie, Physiologie u. s. w. 1848. S. 144 ff.) noch nicht erschienen. Ich hätte sonst Grund gehabt, die Möglichkeit zu erwägen, dass die von mir beobachtete Widerstandsverminderung auf Erwärmung des Muskels beruhe. Auch die Säurung des Muskels bei der Zusammenziehung entdeckte ich erst viel später.

auf dem Fusse. Beträgt die Schliessungszeit mehr als eine Secunde, so wird die Polarisation rein negativ.

Die stärkste positive Polarisation erhielt ich bei ganz kurzer Schliessung von fünfundzwanzig bis dreissig Grove; die Kraft blieb wie beim Muskel scheinbar unter der des Stromes des ruhenden Nerven. Die stärkste negative Wirkung erfolgte, auch ganz wie beim Muskel, nach längerem Hindurchleiten verhältnissmässig schwacher Ströme. Nach 45′ gaben fünf, nach 15′ sieben, nach 5′ zehn Grove Anschlagen an die Hemmung des Nervenmultiplicators, also stärkere Wirkung, als der Nervenstrom. Auch hier gilt aber natürlich, wie bei den Muskeln (s. oben S. 367), die Bemerkung, dass die resultirende Polarisation, als Unterschied der beiden componirenden Polarisationen, kein Maass für deren Stärke abgiebt, welche ein Vielfaches des beobachteten Unterschiedes sein kann. Denn, wie nicht gesagt zu werden braucht, die verschiedenen Erscheinungsweisen der Nervenpolarisation führen unausweichlich zur Annahme, dass in den Nerven, wie in den Muskeln, zwei Polarisationen gleichzeitig vorhanden sind: eine plötzlich fast in voller Höhe auftretende, nur noch langsam wachsende, sehr nachhaltige positive Polarisation, und eine mit der Schliessungszeit wachsende, mehr und mehr über jene sich erhebende, aber nach Öffnung des Säulenkreises schneller schwindende negative Polarisation.

Öffnungsschläge des Schlitteninductoriums geben bei hinreichender Stärke rein positive Polarisation.

Hinsichtlich der feineren Züge der Erscheinung, der verschiedenen für die Muskeln erkannten Maxima der Polarisationscurven, und deren Lage nach Stromdichte, Schliessungszeit und Öffnungszeit, wird es rathsam sein, weitere Beobachtungen abzuwarten, obschon auch in dieser Beziehung die ältere Nerventabelle, bei aller Unvollkommenheit, eine gewisse Ähnlichkeit mit der neuen Muskeltabelle erkennen lässt. Über die verhältnissmässige Stärke und Nachhaltigkeit der Polarisation in den Muskeln und in den Nerven bei gleicher Stromdichte u. s. w. wissen wir noch nichts, und dürfte es sehr schwer sein, sich eine sichere Vorstellung zu verschaffen.

§. XIV. *Matteucci's Beobachtungen über Nervenpolarisation.*

Von der negativen inneren Polarisation der Nerven gab ich zuerst Nachricht 1856 in meiner Abhandlung über diese Erscheinung in feuchten porösen Körpern überhaupt.[1] 1867 kam ich darauf zurück

[1] Monatsberichte u. s. w. 4. Aug. 1856. S. 457; — Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. I. S. 19.

als auf einen Umstand, welcher sich der Beständigkeit von Strömen in nervenhaltigen Kreisen widersetze.[1] Dass die Nerven daneben positive innere Polarisation besitzen, habe ich auch schon wiederholt, gelegentlich der secundär-elektromotorischen Wirkungen der elektrischen Organe, freilich auf eine nur für den Kundigen durchsichtige Weise angedeutet.[2]

Obschon meine Abhandlungen über innere Polarisation feuchter poröser Körper auch in französische und italiänische Zeitschriften übergingen[3], beschrieb Matteucci 1860, also vier Jahre nach mir, ohne mich zu nennen, ähnliche Phaenomene, als hätte er sie entdeckt, und bemächtigte sich bei dieser Gelegenheit auch der inneren negativen Polarisation der Nerven.

Sogar die Bezeichnung der Wirkungen als secundär-elektromotorischer hat er mit mir gemein. Seine Versuchsweise freilich erinnert nicht an die meinige. Er legt die beiden Enden eines Nerven zuerst auf die Platinelektroden einer zwei- bis achtgliederigen Säule aus Zink-Kohle-Salzwasser-Elementen, lässt den Strom zwei Secunden bis drei Minuten hindurchgehen, und überträgt den Nerven auf die Multiplicatorbäusche. Man finde dann in der intrapolaren Strecke negative Polarisation, positive aber in den beiden extrapolaren Strecken, und zwar stärker in der an die Kathode grenzenden. Diese Versuche wurden nicht bloss an den Nerven von Fröschen, sondern, und sogar mit Vorliebe, an denen von Warmblütern, Schafen, Kaninchen, Hühnern, angestellt. In der That überdauere die negative Polarisation viele Stunden lang den Verlust der Lebenseigenschaften; nur Siedhitze und Druck *(compression)* machen ihr ein Ende. Matteucci bringt die secundär-elektromotorische Wirkung auf Rechnung der an den Platinelektroden ausgeschiedenen Säuren und Alkalien.[4]

In einer zweiten Mittheilung ändert er aber, in der ihm eigenen Art, seine Aussagen mannigfach ab, ohne zu sagen, ob die früheren falsch waren oder nicht. Nun werden die Nerven »in den meisten Fällen« nicht mehr unmittelbar mit Platinelektroden in Berührung gebracht, sondern durch Streife mit Quellwasser getränkten Wollenzeuges. Die Säule besteht aus acht bis zehn Grove, und die Schliessungszeit beträgt 25—30 Minuten. Es ist auch nicht mehr die Rede von Polarisation der extrapolaren Strecken, sondern jetzt heisst es,

---

[1] Archiv für Anatomie, Physiologie u. s. w. 1867. S. 262; — Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 192.

[2] Monatsberichte u. s. w. 1858. S. 106; — Untersuchungen am Zitteraal u. s. w. S. 206.

[3] Il nuovo Cimento ec. t. V. Maggio e Giugno. Pubbl. il 9 Luglio 1857. p. 338. — Annales de Chimie et de Physique. 3me Série. 1860. t. LVIII. p. 314. 318.

[4] Comptes rendus etc. 27 Février 1860. t. L. p. 412; — Archives des Sciences physiques et naturelles. Février 1860. t. VII. p. 173.

dass der an die Anode grenzende Abschnitt der intrapolaren Strecke an negativer secundär - elektromotorischer Kraft den an die Kathode grenzenden Abschnitt übertreffe, und dass dieser Unterschied beträchtlicher sei, wenn der Strom im Nerven auf-, als wenn er darin abstieg. Matteucci will sich davon durch Entgegensetzung der beiden Abschnitte im nämlichen Kreise überzeugt haben. Diese Art von Wirkungen schreibt er der Verunreinigung des Nerven mit Ionen zu. Zwischen den dergestalt elektrochemisch wirksamen Endabschnitten des Nerven unterscheidet er, wie es scheint, einen mittleren Abschnitt, von welchem jeder Punkt schon nach sehr kurzer Schliessung negativ secundär-elektromotorisch wirkt.[1]

In einer dritten Mittheilung kommt Matteucci dann wieder auf die extrapolaren Elektrotonusströme zurück, und so hat er, wie er pflegte, seine Angaben über diesen Gegenstand noch viele Mal mit allerlei Varianten wiederholt,[2] in welche ihm zu folgen nutzlos wäre. Auf die Polarisirbarkeit der Nerven aber gründete er seine Auffassung der extrapolaren Elektrotonusströme als Stromschleifen, welche von der Anode aus der anelektrotonisirten Strecke entlang sich äusserlich verbreiten, durch die Axencylinder zur katelektrotonisirten Strecke gelangen, und dieser entlang äusserlich zur Kathode zurückkehren, was er an einem mit einer feuchten Hülle bekleideten Platindraht nachmachte. Wird solchem Draht ein Elektrodenpaar angelegt, so erhalte man extrapolare Stromschleifen nach dem Gesetze des Elektrotonus; mit Zinkdraht in einer mit Zinksulphatlösung getränkten Hülle bleiben sie aus. Das ist bekanntlich die Theorie, welche seitdem Hr. Hermann sich zu eigen machte, zu dessen Versuchen über innere Polarisation der Nerven wir nun kommen.

§. XV. *Hrn. Ludimar Hermann's Versuche über Nervenpolarisation.*

In seiner Schrift vom Jahre 1867, in welcher er seine Absterbehypothese zuerst entwickelte, gab Hr. Hermann vom Elektrotonus eine mit jener Hypothese zusammenhängende naturphilosophische Erklärung,

[1] Comptes rendus etc. t. LII. 1861. 11 Février. p. 231; — 13 Mai. p. 954.

[2] Comptes rendus etc. 16 Septembre 1861. t. LIII. p. 503; — 20 Avril 1863. t. LVI. p. 760; — 22 Juillet 1867. t. LXV. p. 131. 195; — Annales de Chimie et de Physique. 3me Série. t. LIX. p. 385; — Electro-Physiological Researches. Eleventh Series. Philosophical Transactions etc. 1861. p. 363; — Proceedings of the Royal Society. vol. XI. p. 384; — The ... Philosophical Magazine etc. 4th Series. vol. XXIV. October 1862. p. 311; — Corso di Elettro-Fisiologia in sei Lezioni date in Torino ec. Torino 1861. p. 59.

wonach in der intrapolaren Strecke ein dem polarisirenden Strom entgegengesetzter Strom herrschen sollte, vergleichbar dem PELTIER'schen Gegenstrom in einer von einem fremden Strome durchflossenen Thermokette. In diesem vermeintlichen Zusammentreffen sah Hr. HERMANN einen schlagenden Erfolg seiner Speculation, und eine neue Stütze seiner Anschauungen.[1] In meiner 'Widerlegung' begnügte ich mich, einen Fehler in der Reihe von Schlüssen aufzudecken, durch welche Hr. HERMANN geglaubt hatte, seine Construction an das Gesetz von der Erhaltung der Kraft festknüpfen zu können.[2] Ich hatte Gründe, von dem nur mir und einigen Eingeweihten, wie Hrn. PFLÜGER, bekannten Gebiet der secundär-elektromotorischen Wirkungen der Nerven den Schleier noch nicht hinwegzuziehen. Im allgemeinen Interesse wäre es wohl besser gewesen, hätte ich gleich damals Hrn. HERMANN herausgesagt, dass in der intrapolaren Strecke positive Polarisation herrscht. Der Gang der Wissenschaft an dieser Stelle wäre ein anderer, und vielleicht mehr erspriesslicher geworden.

Das Jahr darauf trug Hr. HERMANN, indem er einige in meiner 'Widerlegung' enthaltene Winke benutzte, seine Hypothesen etwas mehr durchgearbeitet von Neuem vor, und diesmal liess er es sich angelegen sein, seine Elektrotonustheorie durch Versuche zu stützen.[3] »Die Kette bestand aus zwei bis sechs ganz kleinen Daniells; der »Nervenstrom wurde vor der Durchströmung stets genau auf Null »compensirt. Die Durchströmung dauerte durchgehends eine Minute.« Unter diesen Umständen bekam Hr. HERMANN in der intrapolaren Strecke natürlich nichts zu sehen, als negative Polarisation. Da dies Ergebniss mit seiner Hypothese von der »durch die Kathode »erhöhten, durch die Anode herabgesetzten Spaltungsgeschwindigkeit »der Nervenmolecüle« zu stimmen, und meine Molecularhypothese zu widerlegen schien, so blieb er befriedigt dabei stehen.

Hrn. HERMANN's Versuche umfassten auch die extrapolaren Strecken, mit welchen sich, nach MATTEUCCI, auch schon Hr. ADOLPH FICK beschäftigt hatte.[4] Er und Hr. HERMANN gelangten schliesslich zum nämlichen Ergebniss, doch ist letzterer in der Priorität, sofern Hrn. FICK's erste Anzeige den Thatbestand nicht ganz richtig wiedergab. Dieser lautet in Hrn. HERMANN's Worten: »Beide extrapolare Strecken wirken

[1] Weitere Untersuchungen zur Physiologie der Muskeln und Nerven. Berlin 1867. S. 40.

[2] Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 341.

[3] Untersuchungen zur Physiologie der Muskeln und Nerven. Drittes Heft. Berlin 1868. S. 71 ff.

[4] Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften. 1867. S. 436; — Untersuchungen aus dem physiologischen Laboratorium der Züricher Hochschule. 1. Heft. Wien 1869. S. 129.

»nach der Öffnung für kurze Zeit in einem von der durchflossenen »Strecke weg gerichteten Sinne,« aber der anelektrotonische, dem polarisirenden Strome entgegengerichtete Nachstrom ist der stärkere.[1]

Inzwischen liess Hr. Hermann seine Hypothese von der verschiedenen 'Spaltungsgeschwindigkeit' als Ursache der Elektrotonusströme zu Boden gleiten, und nahm an ihrer Stelle Matteucci's oben erwähnte Erklärung der extrapolaren Elektrotonusströme durch Stromschleifen auf, deren genauere Begründung er sich fortan zu einer Hauptaufgabe machte. Seine Versuche über intrapolare negative Polarisation dienten ihm jetzt zum Beweise für Matteucci's Hypothese,[2] wie früher für die seinige. Vor dieser hat Matteucci's Hypothese unläugbar das voraus, dass sich Etwas dabei denken lässt. Es ist eine gute, discutable Vorstellungsweise, mit welcher zu rechnen ich um so eher bereit bin, als deren Grundgedanke mir gehört.

Schon in meinen Untersuchungen vom Jahre 1849 erwog ich ausdrücklich und prüfte ich mit allen damaligen Hülfsmitteln die Möglichkeit, die extrapolaren Elektrotonusströme durch die zu jener Zeit vielfach beliebte Annahme zu erklären, dass der Axencylinder leite, die Markscheide isolire, und dass also ein Stromzweig von der Anode dem Perineurium entlang zum nächsten Querschnitt, dann den Axencylindern entlang zu dem der Anode näheren Querschnitt, und zurück durch das Perineurium zur Kathode fliesse. In dieser Form indess zeigte sich die Hypothese nicht sufficient.[3]

Dass sie es durch das von Matteucci hinzugefügte Hülfsmoment querer Polarisation werde, zögere ich einigermaassen Hrn. Hermann auf's Wort zu glauben, und ich hatte noch nicht Zeit, mich davon durch eigene Untersuchung zu überzeugen. Sollte mir dies gelingen, so werde ich es frei bekennen. Sicher ist einstweilen, dass die intrapolare Strecke neben der immerhin mehr physikalischen, negativen Polarisation, von der auch die extrapolaren Ströme abhängen mögen, jene gleichsam mehr physiologische, positive Polarisation besitzt, welche meine Hypothese verlangt. Sicher ist, dass, auch wenn die extrapolaren Elektrotonusströme nur auf Stromschleifen beruhen, das Wesen des Elektrotonus, als in positiver Polarisation bestehend, dadurch nicht berührt würde. Nur der misslichen Verpflichtung, dessen Ausbreitung über die Elektroden hinaus zu erklären, wäre man los. Sicher ist ferner, dass, während ich die positive Polarisation der intrapolaren Strecke zu einer Zeit entdeckte, wo ich noch keines der

---

[1] Handbuch der Physiologie u. s. w. Bd. II. S. 164.

[2] Pflüger's Archiv für die gesammte Physiologie u. s. w. 1872. Bd. VI. S. 357; — Handbuch der Physiologie. Bd. II. S. 164. 165.

[3] A. a. O. Bd. II. Abth. I S. 229. 275—282. 347—350.

heutigen Hülfsmittel besass, Hr. Hermann, der diese Hülfsmittel bereit fand, seit 1867 bis heute die grundlegende Thatsache des Gebietes übersah, auf dem er als Reformator auftrat. Sicher endlich ist, dass Alles, was er sich über Elektrotonus ausdachte, und mit so grosser Zuversicht vortrug, vor dieser Thatsache vorläufig zu Spreu wird, und dass, von dieser Thatsache ausgehend, die Erforschung des Elektrotonus überhaupt von vorn anzufangen hat.

Hr. Hermann giebt an, dass ein lebender und ein in heissem Wasserdampf getödteter Nerv keinen scheinbaren Unterschied des Leitvermögens zu Gunsten des ersteren erkennen lassen, wie es sein müsste, wenn der Strom im lebenden Nerven gleichgerichtete elektromotorische Kräfte befreite; und er sieht in diesem, übrigens von mir[1] vorgeschlagenen, aber theoretischer Schwierigkeiten wegen nicht ausgeführten Versuch ein *Experimentum crucis* wider die Moleculartheorie des Elektrotonus.[2]

Gegen Hrn. Hermann's Berechnung der elektromotorischen Kraft, die in einem Nerven thätig würde, dessen dipolare Molekeln sämmtlich ihre gleichnamigen Pole nach derselben Seite kehren, kann ich im Princip um so weniger Etwas einwenden, als ich durch ähnliche Berechnungen die Leistungen der elektrischen Organe erkläre.[3] Dass keine mit der berechneten vergleichbare Kraft im Nerven auftritt, liesse sich durch die von mir schon in den 'Untersuchungen' gemachte Annahme rechtfertigen, dass die in Bezug auf den polarisirenden Strom fälsch gerichteten Molekeln nicht um 180°, sondern nur um einen kleinen Winkel sich drehen.[4]

Was der Hermann'sche Versuch sonst an Schwierigkeit darzubieten scheint, schwindet vor den nun bekannten Thatsachen der Nervenpolarisation. Bei längerer Schliessungszeit übertrifft die negative Polarisation die positive, und da die Siedhitze beide vernichtet, sollte der lebende Nerv sogar scheinbar schlechter leiten als der todte, nicht besser, wie Hr. Hermann erwartete. Um die lebenden Nerven besser leitend zu finden als den todten, müsste der Versuch mit sehr kurzer Schliessungszeit angestellt werden. Selbst dann erhält aber die positive Polarisation die Oberhand über die negative erst bei so ansehnlichen primären Stromstärken, dass wenig Hoffnung ist, den

---

[1] Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. II. Abth. I. S. 328.

[2] Untersuchungen zur Physiologie der Muskeln und Nerven. 3. Heft. 1868. S. 67; — Pflüger's Archiv u. s. w. 1872. Bd. VI. S. 328; — die Ergebnisse neuerer Untersuchungen auf dem Gebiete der thierischen Elektricität. Sep.-Abdr. aus der Vierteljahrsschrift der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. 1878. 1. Heft, S. 17; — Handbuch der Physiologie. Bd. II. 1878. S. 172.

[3] Untersuchungen am Zitteraal u. s. w. S. 275.

[4] Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. II. Abth. I. S. 325.

geringen Überschuss der positiven über die negative Polarisation neben der primären Kraft wahrzunehmen. Doch giebt es einen Versuch, den man in diesem Sinne deuten könnte. Schliesst ein Nerv den secundären Kreis eines Inductoriums, dessen abwechselnde Schläge nach bekannten Grundsätzen sich sonst die Wage halten, so überwiegen nach Hrn. von Fleischl die schnelleren und kürzeren Öffnungsschläge; auch ein einzelner Öffnungsschlag giebt durch den Nerven hindurch stärkere Ablenkung als ein Schliessungsschlag.[1] Hr. Hermann sieht hierin nichts als einen besonderen Fall seines 'Satzes vom polarisatorischen Increment' (vergl. unten §. XVII), sofern der Öffnungsschlag stärker erregt als der Schliessungsschlag.[2] Nach dem jetzt von mir über Nervenpolarisation Mitgetheilten muss aber bei dem Fleischl'schen Versuche die positive Polarisation die negative im Falle des Öffnungsschlages um eine beträchtlichere Grösse übertreffen, als im Falle des Schliessungsschlages, und die Möglichkeit, dass dies bei dem Ergebniss mit im Spiele war, ist mindestens im Auge zu behalten.

Wenn die negative Polarisation sich nicht extrapolar ausbreitete, — was ich bis auf Weiteres nicht für bewiesen halte, — während die positive es thäte, — was ich für meine Person nie als ausgemacht ansah, — so wäre es sogar denkbar, dass die extrapolare positive Polarisation die gleichnamige intrapolare bedeutend überträfe. Doch es ist meine Absicht nicht, mich hier in die Erörterung dieser dunklen und verwickelten Fragen einzulassen.

Sofern die extrapolaren Elektrotonusströme die Öffnung des polarisirenden Stromes überdauern, die intrapolare positive Polarisation aber nothwendig auch während des Säulenschlusses vorhanden ist, sieht man jetzt, dass die Grenze zwischen der zweiten und der dritten der oben S. 344. 345 unterschiedenen Classen elektromotorischer Erscheinungen an Muskeln und Nerven sich verwischt, und es wird besser sein, nur zwei Classen, die der selbständigen oder primären, und die der secundären Erscheinungen zu unterscheiden, indem man unter letzteren, ohne Rücksicht auf die Zeit ihres Hervortretens, alle diejenigen versteht, welche an Muskeln und Nerven durch einen fremden Strom als solchen, nicht als blossen Reiz, erzeugt werden.

§. XVI. *Hrn. Tigerstedt's Versuche über Nervenpolarisation.*

Im vorigen Jahre beschrieb Hr. Tigerstedt in Stockholm Versuche über innere Polarisation der Nerven. Aus bestimmten Gründen

---

[1] Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften. 1878. III. Abth. Bd. LXXVII. S. 159.

[2] Pflüger's Archiv u. s. w. 1879. Bd. XIX. S. 416.

leitete er den Nachstrom durch dieselben Elektroden ab, welche den polarisirenden Strom zuführten (s. oben S. 348). Er wendete keine stärkere Säule an, als drei Meidinger. Die Schliessungszeit regelte er mit der Hand nach dem Metronom: die kürzeste betrug 1″, die längste 240″. Die Übertragungszeit, d. h. die Zeit zwischen Öffnen des Säulen- und Schliessen des Bussolkreises, wurde mittels des Marcel-Deprez'schen elektromagnetischen Signalschreibers bestimmt, und schwankte zwischen 0.″02 und 0.″04. Auch er erhielt nur negative Polarisation. Seine Ergebnisse formulirt er folgendermaassen: »1. Bei Anwendung von bis zu drei Meidinger'schen Elementen ist die Polarisation »aufs nächste direct proportional der Stärke des polarisirenden Stromes. »2. Wenn der polarisirende Strom während ungleich langer Zeit auf »den Nerven bei übrigens unveränderten Verhältnissen einwirkt, so »nimmt die Polarisation zu; dieselbe steigt im Beginn schneller und »später immer langsamer, schliesslich äusserst langsam ihrem Maximum »sich nähernd. 3. Wenn der polarisirende Strom geöffnet wird, er»reicht die Polarisation augenblicklich ihren höchsten Werth und sinkt »darnach unaufhörlich herab; dieses Herabsinken geschieht im Beginn »sehr schnell, später aber immer langsamer, so dass die Polarisation »noch lange Zeit nach dem Öffnen des polarisirenden Stromes anhält »und nur asymptotisch sich dem Nullpunkte nähert.«[1] Hr. Tigerstedt wäre bei seinen sorgfältig geleiteten Versuchen sicher auf die innere positive Polarisation der Nerven gestossen, wenn er grössere Stromdichte und kürzere Schliessungszeit angewendet hätte. So aber blieb er, gleich seinen Vorgängern, jenseit der kritischen Schliessungszeit stehen.

Weder Hr. Hermann, noch Hr. Fick, noch Hr. Tigerstedt hatten ein Galvanometer im Säulenkreise. Ich glaube nicht, dass dies in ihren Versuchen von Bedeutung war, möchte aber davor warnen, sich ohne diese Maassregel in Versuchsreihen mit grösseren Stromstärken und längeren Schliessungszeiten einzulassen (s. oben S. 352).

§. XVII. *Vom Einflusse der Richtung des primären Stromes auf die secundär-elektromotorischen Wirkungen der Nerven.*

Wunsch und Hoffnung über die Abhängigkeit der inneren positiven Polarisation der Nerven von der Richtung des polarisirenden Stromes etwas Sicheres mittheilen zu können, hielten mich vorzüglich von einer Veröffentlichung meiner Untersuchungen in ihrem gegenwärtigen Zustand ab. Die merkwürdige Thatsache der grösseren Stärke

[1] Mittheilungen vom physiologischen Laboratorium des Carolinischen Medico-chirurgischen Instituts in Stockholm. Herausgegeben von Prof. Dr. Chr. Lovén. Zweites Heft. Stockholm 1882. S. 3 ff.

der positiven Polarisation der Muskeln in der Richtung vom Aequator, wo auch ungefähr der Hilus liegt, nach den Enden zu, liess mich eine Zeit lang vermuthen, dass die intramusculären Nerven dabei im Spiele seien, und dass sie in centrifugaler Richtung stärkere positive Polarisation annehmen. Dies brachte mich auf den Gedanken zu versuchen, wie sich in Bezug auf innere Polarisation die motorischen und sensiblen Wurzeln der Spinalnerven verhalten möchten.

Polarisationsversuche an Wurzeln werden natürlich sehr erschwert durch deren Kürze. Das Erste ist daher, sich möglichst grosse Frösche zu verschaffen. 1857 maass ich einen Frosch von 298 und einen von 305^{mm} zwischen Nasenspitze und längster Zehe. Aber auch Wurzelbündeln kleinerer Thiere gelang es mir damals vier mit Eiweisshäutchen überzogene Keilbäusche anzulegen. Wenn auch nicht gerade nöthig, ist es doch sehr wünschenswerth, dass bei diesen Versuchen der Experimentator seine Aufmerksamkeit ungetheilt der Handhabung der Apparate zuwenden könne, und dass ihm die Mühe der Praeparation abgenommen werde. Abermals habe ich mich hier Hrn. Pflüger's aufopfernder Hülfleistung mit innigem Danke zu erinnern. Manchen Juli-Nachmittag des tropischen Sommers 1857 praeparirte er, während ich am Nervenmultiplicator Alles bereit hielt, Bündel bald vorderer, bald hinterer Wurzeln; was, wenn es ohne Quetschung, Verlagerung und Verwechselung der Wurzeln möglichst rasch geschehen soll, nicht so leicht ist, wie man sich vielleicht denkt.

Die Säule bestand bei diesen Versuchen aus nur wenigen Grove; die Schliessungszeit betrug ungefähr 0″.2. Der etwa vorhandene Nervenstrom war mittels einer primitiven Vorrichtung compensirt, aus der später der runde Compensator ward.[1] Die Wurzeln befanden sich mit den vier Keilbäuschen auf einem kleinen Gestell, dem 'Wurzelträger', das, um eine senkrechte Axe drehbar, sie zwischen den Zuleitungsgefässen umzukehren erlaubte, ohne die Keilbäusche an ihnen zu verrücken. Dies hatte zum Zweck, Ungleichartigkeiten dieser Gefässe und etwaige Irreciprocität der Leitung (s. oben S. 364) möglichst unschädlich zu machen. Alle anderthalb Minuten wurde der Strom abwechselnd in der einen und in der anderen Richtung durch die Wurzeln gesandt. Nach je vier Versuchen wurden sie umgedreht. So entstanden Reihen wie folgende.

Drei Grove. Schliessungszeit ungefähr 0″.2.

Motorische Wurzeln.

↓	↑	↓	↑
− 10°	− 12°	− 11°	− 13°
+ 16	+ 10.5	+ 16.5	+ 10 ‖.

[1] Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. I S. 176. 177.

leitete er den Nachstrom durch dieselben Elektroden ab, welche den polarisirenden Strom zuführten (s. oben S. 348). Er wendete keine stärkere Säule an, als drei Meidinger. Die Schliessungszeit regelte er mit der Hand nach dem Metronom; die kürzeste betrug 1″, die längste 240″. Die Übertragungszeit, d. h. die Zeit zwischen Öffnen des Säulen- und Schliessen des Bussolkreises, wurde mittels des Marcel-Deprez'schen elektromagnetischen Signalschreibers bestimmt, und schwankte zwischen 0.″02 und 0.″04. Auch er erhielt nur negative Polarisation. Seine Ergebnisse formulirt er folgendermaassen: »1. Bei An»wendung von bis zu drei Meidinger'schen Elementen ist die Polarisation »aufs nächste direct proportional der Stärke des polarisirenden Stromes. »2. Wenn der polarisirende Strom während ungleich langer Zeit auf »den Nerven bei übrigens unveränderten Verhältnissen einwirkt, so »nimmt die Polarisation zu; dieselbe steigt im Beginn schneller und »später immer langsamer, schliesslich äusserst langsam ihrem Maximum »sich nähernd. 3. Wenn der polarisirende Strom geöffnet wird, er»reicht die Polarisation augenblicklich ihren höchsten Werth und sinkt »darnach unaufhörlich herab; dieses Herabsinken geschieht im Beginn »sehr schnell, später aber immer langsamer, so dass die Polarisation »noch lange Zeit nach dem Öffnen des polarisirenden Stromes anhält »und nur asymptotisch sich dem Nullpunkte nähert.«[1] Hr. Tigerstedt wäre bei seinen sorgfältig geleiteten Versuchen sicher auf die innere positive Polarisation der Nerven gestossen, wenn er grössere Stromdichte und kürzere Schliessungszeit angewendet hätte. So aber blieb er, gleich seinen Vorgängern, jenseit der kritischen Schliessungszeit stehen.

Weder Hr. Hermann, noch Hr. Fick, noch Hr. Tigerstedt hatten ein Galvanometer im Säulenkreise. Ich glaube nicht, dass dies in ihren Versuchen von Bedeutung war, möchte aber davor warnen, sich ohne diese Maassregel in Versuchsreihen mit grösseren Stromstärken und längeren Schliessungszeiten einzulassen (s. oben S. 352).

§. XVII. *Vom Einflusse der Richtung des primären Stromes auf die secundär-elektromotorischen Wirkungen der Nerven.*

Wunsch und Hoffnung über die Abhängigkeit der inneren positiven Polarisation der Nerven von der Richtung des polarisirenden Stromes etwas Sicheres mittheilen zu können, hielten mich vorzüglich von einer Veröffentlichung meiner Untersuchungen in ihrem gegenwärtigen Zustand ab. Die merkwürdige Thatsache der grösseren Stärke

[1] Mittheilungen vom physiologischen Laboratorium des Carolinischen Medico-chirurgischen Instituts in Stockholm. Herausgegeben von Prof. Dr. Chr. Lovén. Zweites Heft. Stockholm 1882. S. 3 ff.

spielen die sensiblen länger als die motorischen Wurzeln das in Rede stehende Verhalten zeigen. Erwägt man jedoch, dass in diesen Versuchen beiderseits abgeschnittene Wurzeln mit Hühnereiweiss berührt und mit elektrischen Schlägen misshandelt wurden, so wird man kaum sich des Eindruckes erwehren, dass sie, bei aller Unvollkommenheit, den Satz wahrscheinlich machen: In den motorischen Wurzeln überwiegt die positive Polarisation in absteigender, in den sensiblen in aufsteigender Richtung, beidemal im Sinne der physiologischen Innervationswelle. Freilich gilt dabei, bis auf Weiteres, dieselbe Bemerkung, wie bei den beiden Muskelhälften. An Stelle stärkerer positiver kann man auch schwächere negative Polarisation setzen, und sagen, in den motorischen Wurzeln überwiege die aufsteigende negative Polarisation, in den sensiblen die absteigende. Schon bei den Muskeln wurde indess auf einen später anzugebenden Grund für die dort wie hier vorangestellte Auffassung verwiesen.

Verschiedene Umstände, unter anderen die Ankunft der westafrikanischen Zitterwelse, zwangen mich damals, diese Versuche abzubrechen, und erst zweiundzwanzig Jahre später, im Herbst 1879, kam ich dazu, sie wieder aufzunehmen: ausgerüstet mit allen seitdem erfundenen Hülfsmitteln, und diesmal freundlich unterstützt durch Hrn. Prof. Gustav Fritsch, dessen anatomische Geschicklichkeit um so willkommener war, als auch unter einer Sendung ungarischer Frösche, welche ich Hrn. Prof. Jendrássik in Pest verdankte, keine solche Riesen sich befanden, wie vordem die märkischen Gewässer sie zuweilen lieferten. Auch diese Versuchsreihe gedieh noch nicht zur Reife. Sie in den Winter hinein fortzusetzen, nachdem die grösseren Frösche verbraucht waren, schien nicht räthlich. Dazu trat die Nothwendigkeit, mich der Bearbeitung der Sachs'schen Ergebnisse zu widmen. Immerhin lässt sich diesen neueren Erfahrungen manches Wichtige entnehmen.

Zunächst prüfte ich jetzt das Verhalten eines gemischten Nervenstammes bei der Versuchsweise, welcher die Wurzeln unterworfen werden sollten. Hier zeigte sich kein sicherer Unterschied zwischen den Wirkungen bei auf- und bei absteigender Richtung des Stromes, wie sich aus folgenden Beispielen ergiebt.

Fünf Grove. Schliessungszeit 0''.037.

Stück des Ischiadnerven zwischen Wirbelsäule und Abgang der Oberschenkelmuskeläste.

$$\downarrow \left\{\begin{matrix} -\ 5 \\ +\ 33 \end{matrix}\right. \uparrow \left\{\begin{matrix} -\ 2 \\ +\ 36.5 \end{matrix}\right. \downarrow \left\{\begin{matrix} -\ 7 \\ +\ 23 \end{matrix}\right. \uparrow \left\{\begin{matrix} -\ 4 \\ +\ 26 \end{matrix}\right. \downarrow \left\{\begin{matrix} -\ 3 \\ +\ 20 \end{matrix}\right. \text{u. s. w.}$$

Schliessungszeit 0''.031. Anderes ähnliches Stück.

$$\downarrow \left\{\begin{matrix} -\ 0.5 \\ +\ 23 \end{matrix}\right. \uparrow \left\{\begin{matrix} -\ 0.5 \\ +\ 15 \end{matrix}\right. \downarrow \left\{\begin{matrix} -\ 0.5 \\ +\ 21 \end{matrix}\right. \uparrow \left\{\begin{matrix} -\ 1 \\ +\ 17 \end{matrix}\right. \downarrow \left\{\begin{matrix} -\ 0.5 \\ +\ 17 \end{matrix}\right. \uparrow \left\{\begin{matrix} -\ 1 \\ +\ 17 \end{matrix}\right. \downarrow \left\{\begin{matrix} -\ 0.5 \\ +\ 21 \end{matrix}\right. \text{u. s. w.}$$

Wurzeln umgedreht.

↑	− 12	↓	− 11	↑	− 12	↓	− 12
	+ 12.5		+ 11.5		+ 13		+ 13

Wurzeln umgedreht.

↓	− 12	↑	− 13	↓	− 14	↑	− 12
	+ 12		+ 12.5		+ 12		+ 12

Sensible Wurzeln.

↑	− 11	↓	− 17	↑	− 11	↓	− 17.5
	+ 14		+ 12.5		+ 13		+ 12

Wurzeln umgedreht.

↓	− 34	↑	− 16	↓	− 41	↑	− 19	‖
	+ 14		+ 31		+ 12		+ 32	‖

Wurzeln umgedreht.

↑	− 18	↓	− 28	↑	− 21	↓	− 27
	+ 16		+ 16.5		+ 16.5		+ 17.

Um diese Zahlen richtig zu beurtheilen, muss man sich erinnern, dass die Ströme noch auf die ältere Art durch Platin in Kochsalzlösung zum Nervenmultiplicator abgeleitet wurden. Nach einem augenblicklichen Stromstoss würde die zurückkehrende Nadel über den Nullpunkt fort in den anderen Quadranten schwingen, und hier durch die Ladungen der Platinplatten vielleicht über ihre Ablenkung im ersten Quadranten hinausgeführt werden. Der Polarisationsstrom der Nerven ist aber nicht solchem augenblicklichen Stromstosse gleich zu stellen. Selbst die negative Polarisation, obschon die flüchtigere, sinkt mehr oder minder allmählich. Der Schwingungsmittelpunkt für die ungedämpfte Nadel wird dadurch zeitweise in den negativen Quadranten (wie wir ihn nennen wollen) verlegt. In ihrem Rückschwunge kann die Nadel wohl den Nullpunkt überschreiten, aber nicht im positiven Quadranten über ihre Ablenkung im negativen hinausgehen. Geschieht dies dennoch, so ist auf doppelsinnige Wirkung zu schliessen.

Wo daher in obigen Tabellen einer kleineren negativen eine grössere positive Zahl folgt, fand doppelsinnige Wirkung statt, d. h. ein negativer Nachstrom schlug alsbald in einen positiven um, und der Unterschied der Zahlen giebt ein ungefähres Maass ab für die vergleichsweise Stärke des letzteren. Danach war in beiden Tabellen bis zum Zeichen ‖ hin der Erfolg der erwartete. Das Eintreten des verkehrten Erfolges von da ab erinnert an das Umschlagen des gesetzlichen Verhaltens in den beiden Hälften eines regelmässigen Muskels (s. oben S. 367). Fast ohne Ausnahme fingen die Reihen an den Wurzeln richtig an, aber öfter erfolgte das Umschlagen schon beim zweiten oder dritten Stromstoss. Besonders an den motorischen Wurzeln war dies der Fall, wie denn auch in den angeführten Bei-

tung habe. Möglicherweise verlangt es, um an den motorischen Wurzeln klar hervorzutreten, eine Combination von Stromdichte und Schliessungszeit, die ich zufällig nicht traf. Um hier aus der Stelle zu kommen, bedürfte es einer Sendung *Bullfrogs* (R. mugiens, auch Catesbyana) aus Nordamerika. Meine Bemühungen, eine solche zu erhalten, blieben bisher vergeblich. Für die physiologisch centripetal leitenden Fasern müsste der Sehnerv eines grossen Knochenfisches ein vortreffliches Object sein. Ich fand noch nicht Zeit, dies zu erproben. Für die physiologisch centrifugal thätigen Fasern scheint es kaum etwas Besseres geben zu können, als die elektrischen Nerven von Torpedo.

Von einer Fülle anderer Versuche, auf die man hier geleitet wird, schweige ich. Aber schon die hier mitgetheilten Erfahrungen scheinen in hohem Grade die Aufmerksamkeit der Physiologen zu verdienen. Sie bieten das erste Beispiel eines elektromotorischen Unterschiedes zwischen centrifugal und centripetal thätigen Fasern dar. Man dürfte wohl auf diesen Fall den Ausdruck anwenden, dessen Paul Erman sich in Bezug auf das Gesetz der Zuckungen bediente: »Die blosse Ahnung eines solchen Unterschiedes flösst Ehrfurcht ein«.[1] Um so vorsichtiger gilt es zu sein. Selbst wenn das vermuthete Gesetz erwiesen wäre, bliebe zu erwägen, ob man darin eine Wirkung der physiologischen Innervationswelle zu sehen habe, oder eine Einrichtung, um ihren Fortschritt in einem bestimmten Sinne zu fördern, wie ich deren Dasein, ja Möglichkeit, einst aus theoretischen Gründen bezweifelte.[2]

§. XVIII. *Vom Einflusse verschiedener Umstände auf die Polarisation der Nerven.*

Über die Frage nach den Umständen, welche die Polarisirbarkeit der Nerven beeinflussen, habe ich erst sehr wenige, und noch fast keine methodisch gesammelten Erfahrungen. Dass Nerven, die der Siedhitze ausgesetzt waren, keinen negativen Nachstrom mehr zeigen, wusste schon Matteucci (s. oben S. 376). Lässt man aber Nerven vor Trockniss geschützt bei niederer Temperatur allmählich absterben, so bleiben sie sehr lange mit abnehmender Stärke secundär-elektromotorisch wirksam. Von der positiven Polarisation kann man noch nach einundzwanzig Stunden eine Spur sehen. Beispielsweise gaben

[1] Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. I. S. 334.
[2] Ebenda. Bd. II. Abth. I. S. 574. 575.

Mittleres Stück des Nerven.

$$\uparrow\begin{cases}-5\\+18\end{cases}\downarrow\begin{cases}-6\\+16\end{cases}\uparrow\begin{cases}-6\\+19.5\end{cases}\downarrow\begin{cases}-8\\+15.5\end{cases}\uparrow\begin{cases}-5\\+18.5\end{cases}\downarrow\begin{cases}-10\\+8\end{cases}\text{ u. s. w.}$$

Schliessungszeit 0″.076.

Unteres Stück, mit den Nn. peronaeus und tibialis.

$$\downarrow\begin{cases}-4\\+6\end{cases}\uparrow\begin{cases}-3\\+15\end{cases}\downarrow\begin{cases}-2\\+21.5\end{cases}\uparrow\begin{cases}-3\\+14.5\end{cases}\downarrow\begin{cases}-2.5\\+14\end{cases}\uparrow\begin{cases}-2.5\\+15\end{cases}\text{ u. s. w.}$$

Die Wirkungen sind stets doppelsinnig, was hier ohne Weiteres einleuchtet, doch beschränkt sich der negative Vorschlag zuweilen auf einen kaum bemerkbaren Zuck. Die Ungleichmässigkeiten in den einzelnen Reihen rühren unstreitig von einer Unvollkommenheit der die Schliessungs- und Übertragungszeit regelnden Vorrichtung her. In der Gesammtheit meiner bisherigen Versuche an gemischten Nerven zeigt sich ein leises Übergewicht der aufsteigenden positiven Polarisation; nach unten zu scheint dies abzunehmen, ja in das Gegentheil sich zu verkehren. Doch sind die Versuche viel zu wenig vollständig, um schon solche Verallgemeinerung, oder eine Erörterung der Frage zu gestatten, ob dies Verhalten mit der Zahl der einen und der anderen Fasern im Nervenquerschnitt zusammenhänge.

Vergleicht man mit den vorigen Reihen den Erfolg an sensiblen Wurzeln, so zeigt sich ein schlagender Unterschied zu Gunsten des vermutheten Gesetzes.

Drei Grove. Schliessungszeit 0″.037.

Sensible Wurzeln.

$$\uparrow\begin{cases}-2\\+4.5\end{cases}\downarrow -7\uparrow\begin{cases}-1\\+9\end{cases}\downarrow -7\uparrow\begin{cases}-2\\+6\end{cases}\downarrow -8\uparrow\begin{cases}-1\\+9\end{cases}$$

Wurzeln umgedreht.

$$\uparrow\begin{cases}-5\\+13\end{cases}\downarrow\begin{cases}-8\\+7\end{cases}\uparrow\begin{cases}-5\\+13\end{cases}\downarrow\begin{cases}-9\\+9\end{cases}\uparrow\begin{cases}-6\\+11\end{cases}\downarrow\begin{cases}-9\\+6\end{cases}\uparrow\begin{cases}-5\\+13.\end{cases}$$

Auffallend ist nun aber, dass auch jetzt wieder die motorischen Wurzeln ein minder günstiges Ergebniss lieferten.

Fünf Grove. Schliessungszeit 0″.015.

Motorische Wurzeln.

$$\downarrow\begin{cases}-3\\+23\end{cases}\uparrow\begin{cases}-2\\+17\end{cases}\downarrow\begin{cases}-3\\+22\end{cases}\uparrow\begin{cases}-2\\+20.5\end{cases}\downarrow\begin{cases}-3\\+17\end{cases}\uparrow\begin{cases}-3\\+12\end{cases}\downarrow\begin{cases}-4\\+16\end{cases}\Vert\ \uparrow\begin{cases}-2.5\\+17\end{cases}\downarrow\begin{cases}-3.8\\+18.\end{cases}$$

Bis zum Zeichen || spricht sich das vermuthete Gesetz ziemlich deutlich aus; aber meist war dies nicht einmal in diesem Grade der Fall. Auch mit den Oberschenkelmuskelnerven war ich nicht glücklicher.

Wenn somit das Gesetz noch nicht für bewiesen gelten kann, so ist andererseits auch noch nicht ausgemacht, dass es keine Gel-

innere Polarisation haben würde. Obwohl dieser Versuchsplan seit 1857 unter meinen *Agendis* sich befand, war ich nicht dazu gekommen, ihn zu verwirklichen. Mittlerweile wurde von anderer Seite her eine Thatsache bekannt, welche zwar die hier gestellte Frage nicht unmittelbar beantwortet, aber doch erlaubt, die Antwort mit ziemlicher Gewissheit vorauszusehen. Es ist die von Hrn. Grünhagen gefundene Thatsache, dass die Stärke eines durch den Nerven geleiteten Stromes beim Tetanisiren des Nerven wächst. Hr. Grünhagen deutet diese Zunahme auf Verminderung des Widerstandes des Nerven.[1] Es giebt ein Maass der Vervollkommnung unserer Versuchsweisen, dass Hrn. Grünhagen ein Nachweis gelang, um welchen ich mich im October 1844 vergeblich bemühte, obschon nach unseren damaligen Einsichten meine Anordnung tadellos war.[2] Hr. Hermann, der den Grünhagen-schen Versuch mehrere Jahre später selbständig fand, zeigte, dass es sich dabei nicht um Widerstandsabnahme, sondern um eine in der intrapolaren Strecke rege werdende elektromotorische Kraft handelt, welche er das 'polarisatorische Increment' nennt.[3]

Hrn. Hermann's Theorie der Erscheinung zu prüfen, dürfte kaum an der Zeit sein, da die positive Polarisation der intrapolaren Strecke ihn voraussichtlich zu einigen Änderungen seiner Constructionen zwingen wird. Die Thatsache an sich hat für uns die Bedeutung, dass, wenn der positive Polarisationsstrom während der Dauer des polarisirenden Stromes durch Tetanus des Nerven verstärkt wird, dies wahrscheinlich auch mit dem positiven Nachstrome der Fall sein wird. Dann bestände zwischen den secundär-elektromotorischen Wirkungen der Muskeln und denen der Nerven der Unterschied, dass der Thätigkeitszustand den positiven Nachstrom in den Muskeln schwächt, in den Nerven stärkt.

§. XX. *Von den secundär-elektromotorischen Erscheinungen der elektrischen Organe.*

Über die secundär-elektromotorischen Erscheinungen am elektrischen Organe des Zitterwelses habe ich schon in meiner 'Experi-

[1] Henle's und Pfeufer's Zeitschrift für rationelle Medicin. 3. R. 1869. Bd. XXXVI. S. 140.

[2] Untersuchungen über thierische Elektricität. Bd. II. Abth. I. 1849. S. 444.

[3] Pflüger's Archiv u. s. w. 1872. Bd. VI. S. 561; — 1873. Bd. VII. S. 323 ff.; — 1874. Bd. VIII. S. 264; — 1875. Bd. X. S. 215; — 1876. Bd. XII. S. 151; — 1879. Bd. XIX. S. 416; — 1881. Bd. XXIV. S. 246; — Handbuch der Physiologie u. s. w. Bd. II. 1878. S. 165; — Die Ergebnisse neuerer Untersuchungen u. s. w. Sep.-Abdr. aus der Züricher Vierteljahrsschrift u. s. w. 1878. Heft 1. S. 32.

mentalkritik der Entladungshypothese' berichtet.[1] Aus dem Vorigen erhellt, wie ich zu diesen Versuchen geführt wurde. Man erkennt jetzt zwischen den Polarisationsströmen der Muskeln und Nerven, und denen des Zitterwels-Organes die Übereinstimmung, auf welche ich in meinem Vortrage über die westafrikanischen Zitterwelse im Januar 1858 hinwies.[2]

Ein der Länge des Fisches nach geschnittener Streif verhält sich secundär-elektromotorisch wie ein Muskel oder ein Nerv. Bei mässiger Dichte, und bei grosser Dichte aber langer Schliessungszeit, erfolgt in beiden Richtungen negative Wirkung, jedoch schwächer in der Richtung des Schlages. Bei grösserer Dichte und kurzer Schliessungszeit tritt positive Wirkung hervor, aber in der Richtung des Schlages stärker. Da der Schlag im Zitterwels-Organe vom Kopf nach dem Schwanze gerichtet ist, können wir den ihm gleichgerichteten polarisirenden als absteigend, den entgegengerichteten als aufsteigend bezeichnen. Einem aufsteigenden Stromstoss also folgt oft ein rein negativer Nachstrom, während schon der absteigende einen starken positiven Nachstrom erzeugt. Von einem etwa ausgelösten Schlage des Organs unterscheidet sich letzterer durch längere Dauer. Während der Schlag die Nadel nach Art eines voltaëlektrischen Stromstosses ablenkt, hält sie der positive Nachstrom förmlich eine Zeit lang an die Hemmung gedrückt. Dabei fällt auch der primäre Strom in der Richtung des Schlages stärker aus, als in der anderen. Bei der grossen elektromotorischen Kraft, welche dem primären Strom zu Grunde liegen muss, um positive Polarisation zu erhalten, folgt hieraus verhältnissmässig bedeutende Kraft dieser Polarisation. Da es wohl noch lange dauern wird, bis Jemand wieder Gelegenheit zu solchen Versuchen findet, will ich noch einige Einzelheiten, und damit man sehe, um welche Grössen es sich handelt, einige Zahlen mittheilen.

Schon an dem am 23. November 1857 getödteten kleinsten der drei mir von Goodsir übergebenen Fische hatte ich Polarisationsversuche angestellt, bei welchen aber der primäre Strom nicht beobachtet wurde. Doch überzeugte ich mich schon dabei von der Übereinstimmung des secundär-elektromotorischen Verhaltens des Organes mit dem der Muskeln und Nerven. Zu den weiteren Versuchen dienten Streife des Organes des grössten, 233^{mm} langen Fisches. Dieser wurde am Morgen des 12. Januars 1858 todt gefunden, doch schlug das Organ noch reflectorisch bei Reizung der Haut mit einer Pinzette, so dass ein Froschschenkel zuckte, dessen Nerv dem Fisch anlag. Da der

[1] Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 718.
[2] Monatsberichte u. s. w. 1858. S. 106.

Tod des Fisches unerwartet kam, waren die nöthigen galvanometrischen Vorrichtungen leider nicht bei der Hand. Die einzige verfügbare Bussole musste dem primären Strome vorbehalten werden. Für die secundären Wirkungen wurde der Nervenmultiplicator genommen, der sich bald als viel zu empfindlich erwies, nachdem aber die Versuche damit angefangen waren, nicht mit einem anderen Instrumente vertauscht werden konnte, ohne die Vergleichbarkeit der Ergebnisse preiszugeben.[1] Hätte ich schon damals die erstaunliche Lebenszähigkeit des Organes gekannt, die sich mir vielmehr erst bei dieser Gelegenheit kundgab,[2] so hätte ich mich nicht davon abhalten lassen, eine neue Versuchsreihe wenigstens am Muskelmultiplicator zu beginnen. Da ich nicht wusste, ob nicht jede beobachtete Wirkung die letzte sei, konnte natürlich nichts geschehen, als ein Bild der Erscheinung in grossen, wenn auch noch so rohen Zügen sich zu verschaffen; an systematische Ausfüllung einer Tabelle mit doppeltem Eingange, wie ich sie für Muskeln und Nerven schon besass (s. oben S. 355. 374), war nicht zu denken.

Die aus dem Organ mit der Scheere geschnittenen Streife waren etwa 30^{mm} lang und $5-8^{mm}$ breit; die Dicke des Organs mag 5^{mm} betragen haben, so dass, unter der Voraussetzung gleicher Leitungsgüte, die Streife ungefähr denselben Widerstand hatten, wie unser Muskelpaar.

Die Versuchsweise war die nämliche, wie für die Muskeln, nur dass, da das Organ nicht zuckt, der Spanner und die Keilbäusche zum Zuleiten des polarisirenden Stromes entbehrlich waren. Den beiden Enden des Streifes wurden gewöhnliche, mit Kupfersulphatlösung getränkte und mit Eiweisshäutchen bekleidete Zuleitungsbäusche angelegt;[3] die ableitenden Keilbäusche waren mit Kochsalzlösung getränkt, gleichfalls mit Eiweisshäutchen bekleidet, und bildeten die Fortsetzung der gewöhnlichen alten Zuleitungsgefässe mit Platinplatten in Kochsalzlösung. Endlich die abwechselnde Schliessung des primären und des secundären Kreises, die Isolirung beider Kreise von einander, die Beherrschung der Schliessungszeit u. s. w., geschahen mittels derselben Vorrichtung, deren ich mich für Muskeln und Nerven noch heute bediene. Abgesehen davon, dass sich die äussere Hautfläche gegen alle anderen Begrenzungen eines Streifes Organ schwach positiv verhielt, war am ruhenden Organe von elektromotorischer Wirkung nichts zu spüren.[4]

---

[1] Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 718.
[2] Vergl. Untersuchungen am Zitteraal u. s. w. S. 188.
[3] In der 'Experimentalkritik' steht durch ein Versehen, dass auch die zuleitenden Bäusche Keilbäusche waren (a. a. O. S. 717).
[4] Ebenda S. 718; — Untersuchungen am Zitteraal u. s. w. S. 172.

Die folgenden Angaben werden, nach allem Vorigen, ohne Weiteres verständlich sein. Die römischen Zahlen sind Grove, die Zeiten die Schliessungszeiten. $90^{\circ} + x$ bedeutet Anschlagen an die Hemmung. Die Ablenkungen an der Bussole sind nur innerhalb eines Versuchspaares mit auf- und absteigendem Strome sicher vergleichbar, da der Abstand der Rolle mehrfach geändert wurde, um die Ablesung des Ausschlages zu erleichtern.

		X	XX	XXX		
				frisch	ermüdet	erschöpft
0″.2	↑ S	− 90°	− 90	− 90	− 90	− 90
	P	15^{sc}	25	118	44	57
	S	− 90	− 90	+ 90 + x	+ 70	− 50
	↓ P	15	25	132	44	52
10″	↑ S	—	− 90			
	P	--	80.5 (beständige Ablenkung)			
	S	—	− 90			
	↓ P	—	81 (beständige Ablenkung)			
20″	↑ S	− 90				
	P	—				
	S	− 90				
	↓ P	—				

Wie man sieht, liegt die Schwelle für das Hervortreten der positiven Polarisation sehr hoch, zwischen zwanzig und dreissig Grove, und der primäre absteigende Strom erscheint gegen den aufsteigenden verstärkt im Verhältniss von 112 : 100. Die Tabelle zeigt auch sogleich, dass am nämlichen Streif, in dem Maasse, wie durch wiederholte Versuche seine Leistungsfähigkeit erschöpft wird, die positive Polarisation wieder zurück-, die negative wieder hervortritt. In demselben Maasse verschwindet der Unterschied in der Stärke des auf- und absteigenden polarisirenden Stromes.

Schneller und vollständiger wird die Polarisirbarkeit des Organes bis auf einen kleinen Rest vernichtet durch die Siedhitze, welche zugleich, wie beim Muskel, den Widerstand des Organes bedeutend herabsetzt, — so in einem nicht auf Beobachtung der Polarisation gerichteten Versuche im Verhältniss von 100 : 42.

		XXX	
		frisch	gesotten
0″.2 ↑	S	− 90° *(bis)*	− 24; − 20
	P	45; 48sec	176; 176
↓	S	+ 90 + *x* *(bis)*	− 34; − 26.5
	P	61; 80	186; 186.

Da zugleich stärkere negative Polarisation erfolgte, hatte die grössere Stärke des absteigenden primären Stromes am gesottenen Stücke nichts zu schaffen mit dem Übergewicht, welches sich an frischen Stücken im gleichen Sinne zeigt, sondern es fand aus irgend einem Grunde eine Störung der Reciprocität statt (s. oben S. 364). Dass jenes Übergewicht von der positiven Polarisation herrührt, und dass das Überwiegen dieser in Richtung des Schlages kein bedeutungsloser Zufall ist, folgt ferner daraus, dass bei querer Durchströmung Nichts der Art sich kundgiebt.

Quer geschnittener Streif vom Rücken. Zwanzig Grove.

		l ← *r*	*l* → *r*
0″.2	S	+ 90°	+ 90
	P	76sec	76
10″	S	− 90	− 90
	P	92; 104	98

r, *l* bedeuten rechts und links. Durch die Dicke des Organs hindurch, von der äusseren Haut zur inneren Sehnenhaut gaben selbst vierzig Grove bei 0.″2 Schliessungszeit nur etwa 25° in beiden Richtungen. Die sogenannte Hautschwarte gab mit dreissig Grove bei derselben Schliessungszeit nur − 2° nach beiden Richtungen. Von einem Stück Organ praeparirte ich Haut und Sehnenhaut ab; es fuhr fort secundäre Wirkungen, wenn auch in ziemlich regelloser Art zu geben, nicht zu verwundern, da es jede Regelmässigkeit des Baues eingebüsst hatte. Der Fettflosse liess sich weder mit dreissig Grove bei 0.″2, noch mit dreissig Grove bei 20″, noch mit zwanzig Grove bei 15″ Schliessungszeit secundär-elektromotorische Wirkung entlocken. Freilich war dies schon am Tage nach dem, an welchem der Fisch todt gefunden worden war. Doch konnte dies nicht der Grund der Unwirksamkeit der Fettflosse sein, wenn sie polarisirbar wäre wie das Organ, da dies um dieselbe Zeit noch kräftige secundär-elektromotorische Wirkungen gab. In der That, bei einer Temperatur von wenig über 0° in der feuchten Kammer aufbewahrt behält das Organ, gleich einem absterbenden Nerven (s. oben S. 387), erstaunlich lange ein geringes Maass von

Polarisirbarkeit, wie folgende Tabelle zeigt, in welcher die primäre Wirkung nur ausnahmsweise vorkommt, da ein zweiter Beobachter nicht immer zur Hand war.

XXX.

Jan.		13,	14,	15,	16,	17,	18, 1858.
	↑ S	−90°	−90 + x	—	−90	−45	−8
	P	—	—	—	—	—	41sc
0."2	S	+ 90	+ 60	—	−14 + 48	−6 + 12	−3 + 6
	↓ P	—	—	—	—	—	38

Ein auf die Seitenlinie senkrechter quer durchströmter Streif gab am 16. Januar in der einen Richtung — 55, in der anderen — 59°.

Noch am sechsten Tag also nach dem Tode des Fisches ist spurweise Polarisation nach demselben Gesetze wie am frischen Organe vorhanden. Schliesslich ging sie mit den Lebenseigenschaften verloren: das Organ fing an, eigenthümlich fade zu riechen. Von einem gewissen Zeitpunkt an werden die durch den absteigenden Strom erzeugten Wirkungen doppelsinnig. Dies ist wichtig, denn es lehrt, dass auch am Organ diese Wirkungen die algebraïsche Summe sind zweier Polarisationen, einer negativen flüchtigeren, und einer positiven langsamer absinkenden Polarisation.

Über die Polarisirbarkeit des Zitteraal-Organes stellte der verstorbene Dr. Sachs in Venezuela auf meine Veranlassung Versuche an, deren Ergebnisse ich schon so vollständig nach seinen Tagebüchern mittheilte, und auch discutirte, dass ich zu dem in den 'Untersuchungen am Zitteraal'[1] Gesagten Nichts hinzuzufügen habe. Dort zeigte ich, dass diese Ergebnisse sich befriedigend herleiten lassen unter der Voraussetzung, dass im Organ des Zitteraales, wie in dem des Zitterwelses, zwei Polarisationen, eine positive und eine negative, nebeneinander bestehen, deren algebraïsche Summe in jedem Augenblick man zu sehen bekommt; dass auch dort die positive Polarisationscurve bezogen auf die Öffnungszeit die minder steile, die negative die steilere ist. Wenn Dr. Sachs nie rein positive Ausschläge sah, so erklärt sich dies nur zu sicher aus einem Mangel in seiner Ausrüstung und Anleitung, an dem ich selber Schuld bin. Er hatte nur zwanzig kleine Grove bei sich, von denen drei zerbrochen ankamen, ein Unfall, auf den ich hätte rechnen sollen. Dann hatte ich ihm nicht hinlänglich eingeprägt, weil ich es mir selber nicht genügend vergegenwärtigt hatte, dass er zu diesen Versuchen die kleinsten Thiere nehmen,

[1] A. a. O. S. 205—221.

und vom Organ die dünnsten Streifen schneiden müsse. Bei der ausnehmend hohen 'Schwelle', welche das elektrische Organ für die positive Polarisation besitzt, und welche beim Zitteraal möglicherweise noch höher liegt als beim Zitterwels, ist es kein Wunder, wenn Dr. Sachs mit siebzehn Grove an Organstücken von 6—7^{cm} Querschnitt keine rein positiven Ausschläge erhielt.

Inzwischen ersetzt die Discussion der Sachs'schen 'empirisch resultirenden' Curven einigermaassen die verfehlte unmittelbare Beobachtung, indem sie an der Coëxistenz der beiden Polarisationen auch im Zitteraal-Organ keinen vernünftigen Zweifel lässt. Auch überzeugte sich Dr. Sachs, dass Siedhitze die Polarisirbarkeit des Organs vernichtet. Es scheint also Alles wie beim Zitterwelse vor sich zu gehen. Leider besteht aber zwischen Dr. Sachs' und meinen Versuchen in einem anderen Punkte ein bedenklicher Unterschied. Nach ihm wäre nämlich am Zitteraal-Organ die negative Polarisation stärker im Sinne des Schlages, während es am Zitterwels-Organ die positive Polarisation ist. Man könnte dabei an die bei beiden Fischen verschiedene Beziehung der Nervenendigung zur Richtung des Schlages denken.[1] Aber schon in den 'Untersuchungen am Zitteraal'[2] entwickelte ich die Gründe, aus welchen ich Dr. Sachs' Beweise für seine Angabe nicht für ausreichend erachte. Dr. Sachs selber hatte sichtlich keine Ahnung von dem tiefen Widerspruch, in welchen er hier zu mir gerieth, und er begnügte sich auf diesem schwierigen Gebiete mit einer einzigen Versuchsreihe, bei welcher er nicht einmal den primären Strom beobachtete, also ohne jede Sicherung gegen etwaige Irreciprocität der Leitung blieb. Unter diesen Umständen muss ich die Frage, welche Polarisation im Zitteraal-Organ die stärkere in der Richtung des Schlages sei, ob, wie im Zitterwels-Organ, die positive, oder ob, wie Dr. Sachs berichtet hat, die negative, für eine noch offene erklären.

Über die Polarisirbarkeit des Zitterrochen-Organs ist noch Nichts bekannt, nur dass ich einen Versuch Configliachi's aus dem Jahr 1805 auffand, in welchem, wie es scheint, mehrere auf einander geschichtete Organe von Zitterrochen nach Art einer Ritter'schen secundären Säule geladen, also negativ polarisirt wurden.[3]

Dass es bei den secundär-elektromotorischen Wirkungen der elektrischen Organe um die Summe der Wirkungen der einzelnen elektrischen Platten sich handelt, braucht nicht gesagt zu werden. Man könnte auf die Vorstellung gerathen, dass beim Polarisiren des

[1] Vergl. Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 618.
[2] A. a. O. S. 218. 219.
[3] Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 719. Anm.

Organes nur die elektrischen Nerven im Organ der Sitz der Polarisation würden. Gerade beim Zitterwelse tritt die Masse dieser Nerven so zurück gegen die des elektrischen Gewebes, dass diese Vorstellung ganz unhaltbar erscheint.

Von der Teleologie der Polarisation der elektrischen Organe, d. h. von der Rolle, welche sie möglicherweise im Mechanismus des Zitterfisch-Schlages spiele, habe ich schon früher wiederholt gehandelt.[1]

§. XXI. *Theoretisches. Schlussbemerkungen.*

Aus der Gesammtheit der mitgetheilten Erfahrungen ergiebt sich, dass Muskeln, Nerven und elektrische Organe nach einem gemeinsamen, bisher nur bei ihnen beobachteten Gesetze polarisirbar sind. Neben innerer negativer Polarisation, welche sich beim ersten Anblick nicht von der anderer feuchter poröser Körper unterscheidet, jedoch an die Lebenseigenschaften der Gewebe geknüpft ist, nehmen sie auch innere positive Polarisation an, welche bisher sonst nirgend wahrgenommen wurde; und bei allen dreien zeigt sich die positive Polarisation nachhaltiger, die negative flüchtiger, woraus doppelsinnige, erst negative, dann positive Wirkungen entspringen.

Freilich versuchte ich noch nicht bei vielen, und nicht bei den wichtigsten Objecten, wie den Drüsen, ob sie bei grosser Stromdichte und kleiner Schliessungszeit vielleicht positive Polarisation zeigen. Die Untersuchung der secundär-elektromotorischen Wirkungen ist eben noch in einem ganz unfertigen Zustande, in welchem ich sonst nicht gewohnt bin, Ergebnisse zu veröffentlichen. Doch glaube ich kaum, dass ich bei längerer Fortsetzung dieser Arbeiten in der Verborgenheit ihnen die erstrebte Vollendung ertheilt hätte. Wer der obigen Darlegung folgte, wird einsehen, dass hier eine überwältigende Masse neuer Thatsachen und Beziehungen vorliegt, zu deren erschöpfender Behandlung selbst jetzt, nach Eröffnung der vornehmsten Gesichtspunkte und Auffindung der richtigen Versuchsweisen, fast ein neues Forscherleben gehört.

Sollte sich aber auch noch bei anderen feuchten porösen Körpern positive innere Polarisation finden, so bliebe doch die an den Muskeln, Nerven und elektrischen Organen hervortretende ausgezeichnet durch ihre besondere Beziehung zu den Lebensthätigkeiten der Gewebe. In den regelmässigen monomeren Muskeln[2] ist die positive Polarisation in der Richtung vom Aequator nach den beiden Enden stärker als

[1] Gesammelte Abhandlungen u. s. w. S. 722; — Untersuchungen am Zitteraal u. s. w. S. 220.

[2] Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 570.

in der entgegengesetzten. Leider fehlt es, um Schlüsse aus dieser Thatsache zu ziehen, an einer wesentlichen Grundlage, der sicheren Kenntniss nämlich, wie in solchen Muskeln die Nervenendigungen vertheilt sind. Ich will diese schon einmal von mir erörterte[1] Frage hier nicht wieder aufnehmen, sondern begnüge mich mit der Bemerkung, dass, gleichviel ob jede Muskelfaser, wie Hr. W. Krause behauptet, nur an einer einzigen oder, wie Hr. Kühne will, an mehreren Stellen innervirt wird,[2] im Ganzen doch immer eine Contractionswelle von der Mitte des Muskels nach seinen Enden laufen werde. In den sensiblen, weniger sicher in den motorischen Nervenfasern überwiegt die positive Polarisation im Sinne der physiologischen Innervation. In der elektrischen Platte des Zitterwelses überwiegt sie im Sinne des Schlages.

Hier ist beiläufig kein Zweifel, dass die positive Polarisation die stärkere ist, nicht die negative Polarisation die schwächere; denn die positive Polarisation im Sinne des Schlages ist so viel stärker als im anderen, dass der Unterschied gar nicht von der negativen Polarisation herrühren kann. Wenn die polarisirende Stromdichte nur klein ist, erscheint die dann allein vorhandene negative Polarisation in beiden Richtungen gleich. Ebenso wenn die Siedhitze dem Organe von beiden Polarisationen nur ein geringes Maass negativer Polarisation übrig lässt, ist dies, wie an absterbenden sensiblen Wurzeln, in beiden Richtungen das nämliche. Da es somit für die elektrische Platte und für die Nervenwurzeln für erwiesen gelten darf, dass es die positive Polarisation ist, welche in der einen Richtung stärker auftritt, nicht die negative, welche zurücktritt, können wir dieselbe Deutung, durch einen Analogie-Schluss, wohl getrost auf das Verhalten der beiden Polarisationen in der oberen und unteren Hälfte regelmässiger monomerer Muskeln übertragen, wo es an einem unmittelbaren Beweise für diese Deutung noch fehlt.

In allen drei Gebilden also, Muskeln, Nerven und elektrischer Platte,

[1] Gesammelte Abhandlungen u. s. w. S. 568 ff.

[2] Ich weiss nicht recht, was Hrn. Kühne's neuere Ansichten über diesen Punkt sind. Seine Angabe von sechs bis acht Nervenendigungen an Sartoriusfasern, (Über die peripherischen Endorgane der motorischen Nerven. Leipzig 1862. 4°. Taf. III. Fig. XIV. F), weist er als auf unvollkommene Untersuchung gegründet, jetzt von der Hand, und als Beweis für die Innervation der Muskelfaser an mehreren Stellen bildet er einzelne Nervenendigungen von Amphibien ab, in welchen die Nervenfaser sich in mehrere parallele Terminaläste auflöst, die aber in seiner eigenen Theorie doch zusammen nur Eine Innervationsstelle ausmachen (Untersuchungen aus dem physiologischen Institute der Universität Heidelberg. Sonderabdruck. Heidelberg 1879. S. 115. 129; — Untersuchungen am Zitteraal u. s. w. S. 416. 417). Man begreift nicht, was dies mit der Frage zu thun habe, ob jede Muskelfaser an mehreren, makroskopisch auseinandergelegenen Stellen, oder ob sie nur an einer einzigen Stelle innervirt werde.

Organes nur die elektrischen Nerven im Organ der Sitz der Polarisation würden. Gerade beim Zitterwelse tritt die Masse dieser Nerven so zurück gegen die des elektrischen Gewebes, dass diese Vorstellung ganz unhaltbar erscheint.

Von der Teleologie der Polarisation der elektrischen Organe, d. h. von der Rolle, welche sie möglicherweise im Mechanismus des Zitterfisch-Schlages spiele, habe ich schon früher wiederholt gehandelt.[1]

§. XXI. *Theoretisches. Schlussbemerkungen.*

Aus der Gesammtheit der mitgetheilten Erfahrungen ergiebt sich, dass Muskeln, Nerven und elektrische Organe nach einem gemeinsamen, bisher nur bei ihnen beobachteten Gesetze polarisirbar sind. Neben innerer negativer Polarisation, welche sich beim ersten Anblick nicht von der anderer feuchter poröser Körper unterscheidet, jedoch an die Lebenseigenschaften der Gewebe geknüpft ist, nehmen sie auch innere positive Polarisation an, welche bisher sonst nirgend wahrgenommen wurde; und bei allen dreien zeigt sich die positive Polarisation nachhaltiger, die negative flüchtiger, woraus doppelsinnige, erst negative, dann positive Wirkungen entspringen.

Freilich versuchte ich noch nicht bei vielen, und nicht bei den wichtigsten Objecten, wie den Drüsen, ob sie bei grosser Stromdichte und kleiner Schliessungszeit vielleicht positive Polarisation zeigen. Die Untersuchung der secundär-elektromotorischen Wirkungen ist eben noch in einem ganz unfertigen Zustande, in welchem ich sonst nicht gewohnt bin, Ergebnisse zu veröffentlichen. Doch glaube ich kaum, dass ich bei längerer Fortsetzung dieser Arbeiten in der Verborgenheit ihnen die erstrebte Vollendung ertheilt hätte. Wer der obigen Darlegung folgte, wird einsehen, dass hier eine überwältigende Masse neuer Thatsachen und Beziehungen vorliegt, zu deren erschöpfender Behandlung selbst jetzt, nach Eröffnung der vornehmsten Gesichtspunkte und Auffindung der richtigen Versuchsweisen, fast ein neues Forscherleben gehört.

Sollte sich aber auch noch bei anderen feuchten porösen Körpern positive innere Polarisation finden, so bliebe doch die an den Muskeln, Nerven und elektrischen Organen hervortretende ausgezeichnet durch ihre besondere Beziehung zu den Lebensthätigkeiten der Gewebe. In den regelmässigen monomeren Muskeln[2] ist die positive Polarisation in der Richtung vom Aequator nach den beiden Enden stärker als

[1] Gesammelte Abhandlungen u. s. w. S. 722; — Untersuchungen am Zitteraal u. s. w. S. 220.

[2] Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 570.

Unter den Geweben, welche durch die Siedhitze und beim Absterben ihren Widerstand nicht ändern, führt Hr. Ranke auch die Nerven auf.[1] Daraus erwachsen weitere Schwierigkeiten. Nach Analogie mit der weissen Hirnsubstanz werden allem Ermessen nach die Nervenstämme durch die Siedhitze sauer.[2] Das würde die Vernichtung der inneren Polarisirbarkeit durch die Siedhitze erklären, nur dass man nicht verstände, weshalb die gesottenen Nerven nicht auch an Widerstand abnehmen, und weshalb absterbende Nerven, welche sich nicht säuern, ihre Polarisirbarkeit einbüssen.

Noch ein Hinderniss scheint sich der Auffassung der negativen Polarisation der Muskeln und Nerven als eines einfach physikalischen Herganges, ähnlich der inneren Polarisation von Holz, Leder u. d. m. zu widersetzen. Die Abhängigkeit jener negativen Polarisation von Stromdichte und Schliessungszeit stimmt zwar beim ersten Anblick gut mit solcher Auffassung. Die negative Polarisation wächst dem Product aus diesen Variablen anfangs, wie es scheint, einigermaassen proportional. Sie nähert sich dann langsam einer Grenze. Dies ist ganz das Verhalten, welches wir an Polarisationsströmen überhaupt gewöhnt sind, und welches sich aus dem Wesen der Polarisation leicht erklärt. An den Muskeln aber, und, wenn ich meinen älteren Beobachtungen trauen darf, auch an den Nerven, tritt mit wachsender Schliessungszeit ein Maximum der negativen Polarisation ein. Dies passt schlecht zur Vorstellung, dass es um gewöhnliche innere Polarisation sich handele. Die Deutung des Maximums auf ein um diese Zeit eintretendes Wachsthum der positiven Polarisation (s. oben S. 362) leuchtet um so weniger ein, als das Maximum vielmehr mit der Vernichtung der Polarisirbarkeit durch längere Einwirkung sehr starker Ströme zusammenzuhängen scheint (s. oben S. 369).

Hat es demgemäss sogar für die negative Polarisation der Muskeln, Nerven und elektrischen Organe seine Schwierigkeit, sie mit der gewöhnlichen inneren Polarisation zu identificiren, so fehlt es vollends an solchem Anhalt für Erklärung der positiven Polarisation. Angenommen, die negative sei gewöhnliche innere Polarisation, so deckte sie sich mit dem physikalischen Vorgang an den oben S. 346 fingirten Zwischenplättchen. Dafür, dass an denselben Elektroden negative und positive Polarisation stattfinde, giebt es nur ein einziges, von mir beobachtetes Beispiel, nämlich bei Eisen und eisen-

---

[1] A. a. O. S. 33. 38.

[2] Gscheidlen in Pflüger's Archiv u. s. w. 1874. Bd. VIII. S. 171. — Über die Reaction der gesottenen Nervenstämme selber scheint es seltsamerweise keine Versuche zu geben. Vergl. Hermann in seinem Handbuch, a. a. O. S. 139.

stellt sich die positive Polarisation stärker dar in der Richtung, in welcher der diesen Gebilden eigenthümliche physiologische Vorgang — Contractionswelle, Innervationswelle, elektrischer Schlag — in ihnen vorschreitet. Ein Aperçu, dessen Bedeutung, wenn es sich ferner bewährt, wohl kaum eine kleine sein kann. Denn die oben S. 387 erwogene Möglichkeit, dass das Überwiegen der aufsteigenden positiven Polarisation in den sensiblen Wurzeln nur eine Wirkung der physiologischen Innervationswelle sei, die sich häufig in diesem Sinne fortpflanzt, wird dadurch unwahrscheinlich, dass man alsdann drei ganz verschiedenen Vorgängen, der Contractionswelle, der Innervationswelle, dem elektrischen Schlage, dieselbe Wirkung zuschreiben müsste.

Versucht man nunmehr, sich ein Bild von dem zu machen, was in einem jener drei Gebilde bei der Polarisirung vor sich gehe, so ist man, was die negative Polarisation anlangt, zunächst natürlich geneigt, sie mit der inneren Polarisation der porösen feuchten Körper auf eine Linie zu stellen. Es liegt nahe, die Vernichtung der inneren Polarisirbarkeit der Muskeln und des elektrischen Organes durch die Siedhitze mit dem verminderten Widerstande der Binnenflüssigkeit[1] in Verbindung zu bringen (s. oben S. 346); deren allmähliches Schwinden im Verlaufe des Absterbens mit der Säuerung,[2] welche nach Hrn. Ranke den Widerstand der Muskeln noch 2·4 Mal stärker herabsetzt, als die Siedhitze.[3] Damit würde stimmen, dass gleichfalls nach Hrn. Ranke, die Bindesubstanzen, welche durch die Siedhitze ihre innere Polarisirbarkeit nicht einbüssen (s. oben S. 368), dadurch auch keine Verminderung ihres Widerstandes erfahren. Dunkel dagegen bleibt, dass die Siedhitze der Polarisirbarkeit mehr schadet, als das Absterben, da doch letzteres den Widerstand bedeutend mehr verringert, als die Siedhitze; und es fragt sich überhaupt, ob eine so geringe Verminderung des Widerstandes der Binnenflüssigkeit, wie sie beim Kochen des Muskels stattfindet, einer Wirkung fähig sei, zu welcher bei anderen porösen Körpern, beispielsweise Fliesspapier, die Leitungsgüte von Essigsäure, Ammoniak, Kupfer- und Zinksulphatlösung nicht ausreicht.[4]

---

[1] Diesen Namen hat Hr. Munk für die interstitielle Flüssigkeit der feuchten porösen Körper vorgeschlagen, sofern sie secundären Widerstand zeigen; er passt auch sehr gut auf dieselben Körper als Polarisations-Objecte (Archiv für Anatomie, Physiologie u. s. w. 1873. S. 254).

[2] Hinsichtlich der Säuerung des gesottenen und des absterbenden elektrischen Organes s. die Gesammelten Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 646; — Untersuchungen am Zitteraal u. s. w. S. 70.

[3] Tetanus. Eine physiologische Studie. Leipzig 1865. S. 35 ff.

[4] Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. I. S. 25. 26; — Bd. II. S. 190.

risation noch einen Rest bestehen lässt; und die verderbliche Wirkung starker Ströme auf die Polarisirbarkeit überhaupt trifft in erster Linie die positive Polarisation, welche durch dies Alles als das bedeutendere Phaenomen von beiden gekennzeichnet wird.

Ich glaube nicht, dass ein physikalisch geschulter Kopf, der sich die Gesammtheit dieser Thatsachen heute unbefangen vor Augen hält, zu einem anderen Schlusse gelangen wird, als dem, zu welchem ich mich schon vor langen Jahren gedrängt sah. Es ist der Schluss, dass in den positiv-polarisirbaren Gebilden nicht dem primären Strome gleichgerichtete elektromotorische Kräfte erzeugt, sondern dass die Träger schon vorhandener elektromotorischer Kräfte dem primären Strome gleichgerichtet werden. Fügt man hinzu, dass im natürlichen Zustand der Gebilde die Träger durch gewisse Kräfte in anderer Lage festgehalten werden, aus welcher sie immerhin durch beliebig schwache Ströme abgelenkt, jedoch erst durch Ströme von einer bestimmten Dichte dauernd entfernt werden können, so versöhnt diese einfache und naturgemässe Annahme die für die positive Polarisation erkannte Schwelle mit dem elektrotonisirenden Vermögen auch der schwächsten Ströme. Dass die grosse Nachhaltigkeit der positiven Polarisation gleichfalls zu dieser Anschauung passe, bedarf nicht der Erwähnung.

Da ich mit der positiven Polarisation der Muskeln kurz nach der Veröffentlichung meines 'vorläufigen Abrisses' (1843), und lange vor der Herausgabe des ersten Bandes meiner 'Untersuchungen' (1848) bekannt wurde, so sieht man jetzt, wie ich zu meiner Auffassung der elektromotorischen Erscheinungen der Muskeln und Nerven in jenem Werke kam. Es war vielleicht eine jugendlich kühne Verallgemeinerung, wodurch ich von der positiven Polarisation der Muskeln auf die der intrapolaren Nervenstrecke schloss, allein die Natur gab mir Recht, als ich, wenige Jahre später, in dem positiven Nachstrom der Nerven das Zeichen der während des primären Stromes herrschenden positiven Polarisation entdeckte. Sofern es keine andere vernünftige Erklärung der positiven Polarisation geben dürfte, als die durch das Richten schon vorhandener Kräfte, leistet der Nachweis dieser Polarisation zugleich noch einen anderen Dienst. In meinen Augen wurde und wird dadurch der in Ermangelung eines natürlichen Nervenquerschnittes fehlende Beweis für das Vorhandensein elektromotorischer Kräfte im unversehrten Nerven geliefert. Der aus umsichtiger Prüfung des natürlichen Muskelquerschnittes sich ergebende Beweis des Daseins solcher Kräfte im Muskel wird ebendadurch verstärkt. Auf demselben Wege hoffte ich die elektromotorischen Kräfte der ruhenden Muskeln im lebenden Menschen nachzuweisen, deren Wahrnehmung durch die Hautströme, die Parelektronomie und die Nebenschliessung

haltigem Zink in Zinksulphatlösung.[1] Obschon diese Doppelpolarisation von Schliessungs- und Öffnungszeit ähnlich abhängt, wie die welche uns beschäftigt, wird man sich zur Erklärung letzterer schwerlich darauf berufen wollen. Um die Polarisation der Muskeln, Nerven, elektrischen Organe auf bekannte physikalische Thatsachen zurückzuführen, müsste man also in der Richtung des Stromes noch eine andere häufig wiederkehrende Discontinuität annehmen, welche der Sitz einer positiven Polarisation würde, wie dies die Grenze gewisser Elektrolyte ist.[2] Wenn man auch in den Muskeln, zur Noth in den Nerven, solche Discontinuitäten namhaft machen könnte, so würde es doch daran in der elektrischen Zitterwels-Platte fehlen. Auch wäre es sehr bedenklich, in allen drei so verschiedenen Gebilden einerlei Abwechselung von Stoffen, oder eine Abwechselung von Stoffen vorauszusetzen, welche einerlei secundär-elektromotorische Wirkungen hervorbrächte. Ohnehin ist die positive Polarisation des elektrischen Organes wohl zu stark, um sie auf diese Weise zu erklären.

Dazu kommt die besondere Art, wie die positive Polarisation von Stromdichte, Schliessungszeit und Öffnungszeit abhängt. Abgesehen von dem Maximum bei längerer Schliessungszeit hat für die negative Polarisation diese Abhängigkeit doch wenigstens eine ähnliche Form wie für die innere Polarisation der feuchten porösen Körper. Nicht so für die positive Polarisation. Für diese giebt es eine Schwelle der Stromdichte, unterhalb welcher sie nicht erscheint. Sie tritt dann plötzlich mit einer zwar noch mit der Stromdichte, aber mit der Schliessungszeit vergleichsweise wenig, wenn überhaupt noch wachsenden Stärke auf. Die Schwelle liegt für die elektrische Platte höher als für Muskeln und Nerven. Während die negative Polarisation nach Art der inneren Polarisation der porösen Körper mit wachsender Öffnungszeit schnell schwindet, zeigt die positive Polarisation eine Nachhaltigkeit, welche auf eine andere Art von Mechanismus deutet. Doch soll nicht unerwähnt bleiben, dass auch die negative Polarisation an der Grenze gesättigter Zinksulphat- und physiologischer Kochsalzlösung sehr lange nachhält.[3]

Obschon sodann die positive Polarisation sich an den in der Kälte absterbenden Nerven und elektrischen Platten lange spurweise nachweisen lässt, ist sie vom Lebenszustande der Gewebe doch jedenfalls abhängiger, als die negative Polarisation. Die Siedhitze macht ihr sofort und unbedingt ein Ende, wenn sie von der negativen Pola-

---

[1] Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. I. S. 57—60.
[2] Ebenda. Bd. I. S. 6.
[3] Ebenda. Bd. II. S. 190.

zu denken habe. Um es zu erläutern, hatte ich an die Grothuss'sche Theorie der Elektrolyse erinnert. Hr. Hermann schrieb mir fälschlich die Meinung zu, dass der Strom die Molekeln elektrodynamisch drehe, und er suchte diese Drehung aus dem Ampère'schen Grundgesetze herzuleiten, indem er der zu richtenden Molekel ein drehbares Stromelement, und dem Gesammtstrom einen durch die Mitte des Elementes gehenden Stromfaden substituirte.[1] Später bemerkte wohl Hr. Hermann, dass er mich mit einer mir fremden Theorie beschenke, aber er glaubt doch meine Elektrotonus-Hypothese in dieser Form vortragen zu sollen, in der er sie schlechthin die 'elektrodynamische Theorie' nennt, weil er glaubt, dass auf die durch eine Zwischenflüssigkeit getrennten elektromotorischen Molekeln die Grothuss'sche Anschauung nicht übertragbar sei.[2]

Ich hatte gute Gründe, keine elektrodynamische Theorie der Art zu versuchen. Hrn. Hermann's Betrachtung ist ganz unzulänglich. Die Aufgabe, die elektrodynamische Wechselwirkung zwischen einer elektrischen Strömung und einer elektromotorischen Molekel zu bestimmen, führt zwar auf mehrere sehr haikle Punkte, allein so weit die elektrodynamischen Kräfte sicher bekannt sind, lässt sich schon jetzt behaupten, dass durch solche Kräfte keine Drehung der Molekel möglich sei.

Sofern in ihrer ursprünglichen Gestalt die Grothuss'sche Theorie voraussetzt, dass Sauerstoff- und Wasserstoffatome durch den in elektrochemischer Zerlegung begriffenen Leiter zweiter Classe eine Art molecularer Kette bilden, passt freilich dies Bild nicht strenge auf die Polarisation der Muskeln, Nerven und elektrischen Organe durch den Strom. Um indess das sich Richten der Molekeln so plausibel zu machen, wie es mit dergleichen Molecularvorgängen überhaupt gelingt, scheint mir meine Auseinandersetzung in den 'Untersuchungen' noch heute genügend. Sie hat sogar seitdem noch eine Stütze gewonnen an der Entdeckung der anaphorischen Wirkungen des Stromes durch Hrn. Jürgensen[3] und deren Erklärung durch Hrn. Quincke.[4] Wenn in einer Flüssigkeit schwebende, durch Berührung damit negativ elektrisirte Theilchen vor unseren Augen zur Anode wandern, scheint der Schluss nicht allzu gewagt, dass eine halb elektropositive, halb elektronegative, nicht verschiebbare, aber frei drehbare Molekel ihren positiven Pol der Kathode, ihren negativen der Anode zuwenden würde.

[1] Untersuchungen zur Physiologie der Muskeln und Nerven. 3. Heft. Berlin 1866. S. 66.

[2] Pflüger's Archiv u. s. w. 1874. Bd. VIII. S. 268; — Handbuch der Physiologie. 1878. A. a. O. S. 171. 172.

[3] Archiv für Anatomie, Physiologie u. s. w. 1860. S. 673.

[4] Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. 1861. Bd. CXIII. S. 565.

durch die Haut unmöglich gemacht wird. Bei den oben S. 369—371 erzählten Versuchen hatte ich dies im Auge, und in diesem Sinne sollten die secundär-elektromotorischen Erscheinungen den Schluss des achten Capitels meiner 'Untersuchungen' bilden, welches 'Von dem Muskelstrome und seinen Bewegungserscheinungen am lebenden unversehrten Thiere' handelt.[1]

Da ich nun ferner die Möglichkeit einsah, durch physiologische Polarisation von Trägern elektromotorischer Kräfte den Schlag der elektrischen Organe zu erklären; da ich das Glück hatte, auch hier positive Polarisation im grössten Maassstabe, und in unzweifelhafter Beziehung zum Schlage der Organe darzuthun; endlich da DELLE CHIAIE's und Hrn. BABUCHIN's Satz von der Praeformation der elektrischen Elemente in den Organen der Zitterfische an säulenartiger Verstärkung des Schlages in der Platte keinen Zweifel lässt: so wird man es erklärlich finden, dass ich noch immer auf dem rechten Wege zu sein glaube, und dass ich der von Hrn. HERMANN seit sechszehn Jahren gegen meine Anschauungen geführten Polemik, welche mehr neue Kunstausdrücke als Thatsachen zu Tage förderte, bis auf Weiteres ruhig zusehe. Wiederholt, und von zwei ganz verschiedenen Grundhypothesen aus, hat Hr. HERMANN demonstrirt, dass in der intrapolaren Strecke ein dem polarisirenden Strom entgegengesetzter Polarisationsstrom herrschen müsse (s. oben S. 379). Ich bin neugierig, durch welche Hülfshypothese er jetzt mit dem wirklich darin herrschenden gleichgerichteten Polarisationsstrom fertig werden wird.

Jene richtbaren Träger elektromotorischer Kräfte in den Muskeln, Nerven und elektrischen Organen nannte ich bekanntlich elektromotorische Molekeln, und ohne zunächst etwas über ihre Natur auszusagen, schematisirte ich sie in einfachster Weise.[2] Die Entdeckung der Neigungsströme setzte mich später in den Stand, über die Anordnung der in den Muskeln praeexistirenden elektromotorischen Kräfte Bestimmteres auszusagen. An Stelle der halb elektropositiven, halb elektronegativen Kugeln traten elektromotorische Flächenelemente,[3] während ich zugleich die unvollständig gebliebene Darstellung in den 'Untersuchungen' dahin ergänzte, dass ich mir diese Elemente als Herde eines chemischen Processes denke, desselben etwa, welcher die Athmung der Gewebe ausmacht.

Die Schwierigkeiten, welche diesen Vorstellungen entgegenstehen, meine ich besser zu kennen, als irgendwer. Hier berührt uns näher die Frage, wie man sich das Richten der elektromotorischen Molekeln

[1] A. a. O. Bd. I. S. 240; — Bd. II. Abthl. I. S. 331; — Abth. II. S. 1. 377.
[2] Ebenda. Bd. II. Abth. I. S. 323.
[3] Gesammelte Abhandlungen u. s. w. Bd. II. S. 122. 291. 671. 672.

Bestimmung magnetischer Momente mit der Waage.

Von H. von Helmholtz.

Die zu beschreibenden Versuche sind bisher von mir nur mit einer guten chemischen Waage ausgeführt worden, die aber nicht frei von Eisentheilen war. Der Einfluss dauernder Magnetisirung der vorhandenen Stahlstücke konnte durch mehrfache Wägungen bei umgekehrter Richtung der Magnete eliminirt werden, aber der Verdacht, dass temporäre Magnetisirung durch Influenz der angewendeten Magnete mitwirke, konnte nicht ganz beseitigt werden. Ich hoffe demnächst diese Messungen mit einer eisenfrei gebauten und für Spiegelablesung eingerichteten Waage wiederholen zu können. Aber schon die bisherigen Versuche zeigen, dass man auf diesem Wege sehr constante und mindestens bis auf $^1/_4$ Procent genaue Werthe erreichen kann, bei denen man von den durch die unablässigen Veränderungen des Erdmagnetismus verursachten Störungen vollständig frei ist. Das letztere erachte ich als den wesentlichsten Vortheil der Methode.

Die Controlle darüber, ob Magnetstäbe von geeigneter Grösse unverändertes Moment behalten haben, eine Frage, die bei vielen magnetischen Messungen in Betracht kommt, kann nach der zu beschreibenden Methode auch mit jeder hinreichend feinen, wenn auch nicht eisenfreien Waage ausgeführt werden.

Zu einer vollständigen Bestimmung braucht man drei nahehin gleiche Magnetstäbe. Die von mir gebrauchten waren hohle Röhren von Stahl 10^{cm} lang und 1.3^{cm} im Durchmesser. Die Röhrenform ist bequem, weil sie sich gut aufhängen lassen und verhältnissmässig starken Magnetismus halten. Zur Ausführung der Messung werden zwei von den Stäben auf passende Träger geschoben und an Häkchen aufgehängt, welche in der oberen Biegung der Bügel, die die Schaalen tragen, angebracht sind. Der eine von den Magneten V hängt vertical, der andere H horizontal, und zwar so, dass seine Axe verlängert die Mitte von V trifft. Wenn H seinen Nordpol gegen V wendet und letzterer den seinigen nach oben, so drängt der Nordpol

Doch ich lege auf solche Speculationen geringen Werth. Mir genügt es vor der Hand, zu wissen, dass in Muskeln, Nerven und elektrischen Organen Träger elektromotorischer Kräfte vorhanden sind, welche der Strom irgendwie richtet, welche zu den Lebensthätigkeiten dieser Gewebe in Beziehung stehen, beim elektrischen Organe sogar dessen räthselhafte Wirkung erklären. Gegenüber der Fülle thatsächlicher Fragen, welche hier noch der Antwort harren, halte ich es für verlorene Mühe, sich weiter in Vermuthungen zu ergehen. Erst nachdem das Gebiet der secundär-elektromotorischen Erscheinungen nach jeder Richtung ergründet sein wird, kann man hoffen, in den Molecularmechanismus der elektromotorischen Gewebe etwas tiefer einzudringen.

---

die y Axe vertical, bezeichne mit H und V die Momente der betreffenden Magnete und setze

$$h = \Sigma(\mu x^3) \text{ und } v = \Sigma(\mu y^3),$$

so ist der vollständigere Werth der Glieder, die nach Combination der vier oben erwähnten Wägungen übrig bleiben,

$$G = \frac{12 \cdot H \cdot V}{a^4} + \frac{40 H \cdot v - 30 V \cdot h}{a^6}.$$

Die Grössen

$$\frac{v}{V} = \mathfrak{y}^2 \text{ und } \frac{h}{H} = \mathfrak{x}^2$$

kann man, da es sich nur um Correctionsglieder handelt, durch magnetometrische Messungen bestimmen, oder auch mit der Waage, indem man die Wägung bei höherer oder tieferer Aufhängung eines der Magnete wiederholt. Setzt man

$$H = 2\mathfrak{h} \cdot \mathfrak{x} \text{ und } V = 2\mathfrak{v} \cdot \mathfrak{y}$$

so ist

$$h = 2\mathfrak{h} \cdot \mathfrak{x}^3 \text{ und } v = 2\mathfrak{v} \cdot \mathfrak{y}^3$$

d. h. diese ersten Glieder der Fernwirkung sind dieselben, wie sie zwei einzelne punktförmige magnetische Quanta $+\mathfrak{h}$ und $-\mathfrak{h}$ in der Entfernung $2\mathfrak{x}$ von einander, beziehlich $+\mathfrak{v}$ und $-\mathfrak{v}$ in der Entfernung $2\mathfrak{y}$ hervorbringen würden. Diese Grössen sind es, die ich oben als mittlere Entfernung der Pole bezeichnet habe. Hr. Kohlrausch hat schon bemerkt, dass sie bei den Röhrenmagneten meist $^5/_6$ ihrer Länge betragen. Ich habe bei den beiden oben erwähnten Magneten 0.84 und 0.86 gefunden. Es wird bei Anwendung dieser Bezeichnung

$$G = \frac{12 H \cdot V}{a^4} \cdot \left\{1 + \frac{20 \cdot \mathfrak{y}^2 - 15 \cdot \mathfrak{x}^2}{6a^2}\right\}.$$

Sind diese Grössen $\mathfrak{x}$ und $\mathfrak{y}$ bestimmt, so ist die Berechnung der Kraft am besten unter der Fiction auszuführen, dass aller Magnetismus in den betreffenden beiden Punkten concentrirt sei, und macht sich dann sehr einfach.

Wenn das magnetische Moment eines Magneten nach seinem absoluten Werthe genau bestimmt ist, und jeden Augenblick genau controllirt werden kann: so sind mittels magnetometrischer Methoden alle anderen magnetischen Momente und alle Stromintensitäten leicht auf jenes eine zurückzuführen. Magnetische Momente ändern sich freilich auch; aber bei nicht ganz neu magnetisirten und gut gehärteten Stahlstücken gehen in Wochen und Monaten Veränderungen vor sich, wie

von H den von V abstossend nach oben, während er den Südpol von V in die Höhe zieht. Umgekehrt wird der Nordpol von H und mit ihm die zweite Schaale der Waage nach unten gedrängt. Bei gleicher Belastung beider Schaalen steigt also V und sinkt H. Umgekehrt, wenn man einen von beiden Magneten umkehrt. Die Differenz der Belastung, welche man anwenden muss bei ungeänderter Lage von H, um die Waage in Gleichgewicht zu setzen erst bei Wendung des Nordpols von H nach oben, dann nach unten, misst die vierfache Verticalkraft, mit der die beiden Magnete auf einander wirken. Durch Umkehren von H und Wiederholung der Wägung kann man die Wirkungen des permanenten Magnetismus von Stahltheilen der Waage eliminiren. Endlich kann man zur Controlle noch den bisher horizontalen Magneten vertical hängen, und umgekehrt; man muss dann dasselbe Resultat erhalten, wenn nicht die mittlere Poldistanz der beiden Magnete (s. unten) erheblich verschieden ist.

Wenn m und μ die Momente der beiden Magnete sind, a die Entfernung ihrer Mittelpunkte, die gleich dem Abstand der seitlichen Schneiden der Waage von einander ist (30^{cm} bei der bisher von mir gebrauchten Waage), so ist die Gewichtsdifferenz G, auf absolute Krafteinheiten reducirt, bei Umkehr eines der Magnete der Hauptsache nach gegeben durch den Ausdruck:

$$G = \frac{12 \cdot m \cdot \mu}{a^4}.$$

Der Werth von G war für die stärksten der bisher von mir gebrauchten Magnete 0.0219^{grm}, wobei die Einheiten der letzten Ziffer bei vorsichtigem Wägen sicher herauskommen. Natürlich dürfen die Magnete beim Umhängen nur mit Zangen oder reinen Handschuhen angefasst werden. Mit der besonders für diesen Zweck construirten Waage hoffe ich noch eine Stelle mehr zu erreichen.

Hat man drei ähnliche Magnete und bestimmt die drei Grössen $m_1 m_2$, $m_1 m_3$ und $m_2 m_3$, so ergiebt sich

$$m_1 = \sqrt{\frac{(m_1 m_2) \cdot (m_1 m_3)}{m_2 m_3}}.$$

Das Verhältniss $m_1 : m_2$ wurde auch mit einem Bifilarmagnetometer nach F. Kohlrausch bestimmt. Der durch Wägung gefundene Werth stimmte gut mit dem Mittel der magnetometrischen Werthe, aber letztere schwankten viel mehr als der erstere.

Bei den angegebenen Dimensionen der Waage und der Magnete sind die höheren Glieder der Entwickelung nicht ganz zu vernachlässigen. Man lege die x Axe in die Axe des horizontalen Magneten,

Über die Änderung des Volumens und des Brechungsexponenten von Flüssigkeiten durch hydrostatischen Druck.

Von G. Quincke
in Heidelberg.

Um die Compressibilität der Flüssigkeiten zu bestimmen, wurde die scheinbare Abnahme der Volumeneinheit gemessen, welche Flüssigkeiten in mit Capillarröhren versehenen Glasgefässen unter der Glocke der Luftpumpe zeigten bei 0° und bei mittlerer Temperatur t°, wenn der Druck auf die Flüssigkeiten um eine mit dem Quecksilber-Manometer gemessene Grösse zunahm. Durch besondere Versuche wurde die Volumenänderung der Glashülle bestimmt, diese zu der scheinbaren Volumenänderung der Flüssigkeit addirt und so die wirkliche Volumenabnahme der Flüssigkeit gefunden. Beide zeigten sich nahezu proportional der Zunahme des Drucks. Daraus ergab sich die wirkliche Abnahme der Volumeneinheit für die Zunahme des Drucks um eine Atmosphäre oder die Compressibilität der Flüssigkeit bei 0° und t°.

Compressibilität oder Volumenabnahme von Flüssigkeiten durch hydrostatischen Druck von einer Atmosphäre in Milliontel des ursprünglichen Volumens.

Flüssigkeit	$\mu \cdot 10^6$ bei 0°	$\mu \cdot 10^6$ bei t°	Temp. t°
	vol.	vol.	°
Glycerin	25.24	25.10	19.00
Rüböl	48.02	58.18	17.80
Mandelöl	48.21	56.30	19.68
Olivenöl	48.59	61.74	18.3
Wasser	50.30	45.63	22.93
Schwefelkohlenstoff	53.92	63.78	17.00
Terpentinöl	58.17	77.93	18.56
Benzol aus Benzolsäure	—	66.10	16.78
Benzol	—	62.84	16.08
Steinöl	64.99	74.50	19.23
Alkohol	82.82	95.95	17.51
Äther	115.57	147.72	21.36

Für dieselben Flüssigkeiten wurde bei der Temperatur τ° die Änderung des Brechungsexponenten bestimmt, wenn der Druck auf

die Flüssigkeit um eine mit dem Quecksilber-Manometer gemessene Grösse zunahm.

Die Flüssigkeiten wurden in Glas- oder Metallröhren von 230^{mm} Länge in einen Interferenz-Apparat eingeschaltet, wie ich ihn schon früher[1] benutzt und beschrieben habe. Die Flüssigkeit, welche das eine der beiden interferirenden Strahlenbündel zu durchlaufen hatte, wurde comprimirt und die Anzahl der Interferenzstreifen gemessen, welche dabei eine bestimmte Fraunhofer'sche Linie in einem reinen Spectrum passirten. Die Druckänderungen wurden mit einer Luftpumpe hervorgebracht.

Aus diesen optischen Versuchen lässt sich dann unter gewissen Annahmen über die Constanz des sogenannten specifischen Brechungsvermögens oder der Refractions-Constante die Compressibilität der Flüssigkeit berechnen.

Nennt man

y die Anzahl Interferenzstreifen, welche bei der Druckzunahme von p^{mm} Quecksilber und bei einer Flüssigkeitsschicht von D^{mm} Länge durch die betreffende Spectrallinie wandern,

Y die Anzahl Interferenzstreifen, welche bei einer Atmosphäre Druckzunahme und einer Flüssigkeitsschicht von 1000^{mm} Länge durch dieselbe Spectrallinie gehen,

n n_1 den Brechungsexponenten } der Flüssigkeit vor und nach
σ σ_1 das specifische Gewicht } der Compression,

λ die Wellenlänge des Lichtes in Luft für die betreffende Spectrallinie,

μ die Compressibilität der Flüssigkeit,

so ist, da die Volumenänderung proportional der Zunahme des Drucks ist,

$$\frac{\sigma_1}{\sigma} = 1 + \mu \frac{p}{760} \qquad 1.$$

$$y = Y \cdot \frac{p}{760} \cdot \frac{D}{1000} = \frac{D}{\lambda} (n_1 - n) \qquad 2.$$

Der Unterschied der Brechungsexponenten lässt sich mit Hülfe der Gleichung 1. in verschiedener Weise berechnen, je nach der Annahme, die man über das sogenannte Brechungsvermögen oder eine diesem analoge Grösse macht.

Nimmt man mit den HH. Dale und Gladstone,[2] Landolt[3] u. A. an, dass die sogenannte specifische Brechung constant sei, so ist

$$\frac{n-1}{\sigma} = \frac{n_1-1}{\sigma_1} = \text{const.} \qquad 3a.$$

[1] G. Quincke, Pogg. Ann. 132. S. 53 u. Taf. II. Fig. 13. 1867.
[2] Dale and Gladstone, Philosoph. Transactions 1863. p. 377.
[3] Landolt, Pogg. Ann. 123. S. 596. 1864; Berl. Sitzungsber. 9. 1. 1882. S. 64.

Während für diese Hypothese kein theoretischer Grund vorliegt, haben die Theorien des Lichtes[1] dazu geführt, das specifische Brechungsvermögen constant zu setzen, oder

$$\frac{n^2 - 1}{\sigma} = \frac{n_1^2 - 1}{\sigma_1} = \text{const.} \qquad 3b.$$

In neuester Zeit haben Hr. H. A. LORENTZ[2] in Amsterdam und Hr. L. LORENZ[3] in Kopenhagen aus verschiedenen theoretischen Gründen auf die Constanz einer anderen Grösse, der sogenannten Refractions-Constante geschlossen, wonach

$$\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \cdot \frac{1}{\sigma} = \frac{n_1^2 - 1}{n_1^2 + 2} \cdot \frac{1}{\sigma_1} = \text{const.} \qquad 3c.$$

sein soll.

Aus den drei Gleichungen 3a, 3b, 3c folgt das Verhältniss der specifischen Gewichte, wenn man berücksichtigt, dass $n_1 - n$ eine sehr kleine Grösse ist,

$$\frac{\sigma_1}{\sigma} = 1 + \frac{n_1 - n}{n - 1} \qquad 4a.$$

$$\frac{\sigma_1}{\sigma} = 1 + \frac{2n(n_1 - n)}{n^2 - 1} \qquad 4b.$$

$$\frac{\sigma_1}{\sigma} = 1 + \frac{6n(n_1 - n)}{(n^2 - 1)(n^2 + 2)} \qquad 4c.$$

Setzt man in diesen Gleichungen für $n_1 - n$ seinen Werth aus Gleichung 2 und für $\frac{\sigma_1}{\sigma}$ den Werth aus Gleichung 1, so ist

$$\mu_a = Y \cdot \frac{\lambda}{1000} \cdot \frac{1}{n - 1} \qquad 5a.$$

$$\mu_b = Y \cdot \frac{\lambda}{1000} \cdot \frac{2n}{n^2 - 1} \qquad 5b.$$

$$\mu_c = Y \cdot \frac{\lambda}{1000} \cdot \frac{6n}{(n^2 - 1)(n^2 + 2)} \qquad 5c.$$

wo μ den unteren Index a, b, c erhalten hat, je nachdem zu seiner Berechnung die Formel 3a, 3b, 3c benutzt wurde.

Die nach diesen Gleichungen 5. berechneten Werthe der Compressibilität des Wassers finden sich mit den direct beobachteten und den Streifenverschiebungen Y für die einzelnen FRAUNHOFER'schen Linien zusammengestellt.

[1] LAPLACE, Mécanique céleste. IV. livr. X. p. 264. — HOEK, Pogg. Ann. 112. S. 350. 1861.
[2] H. A. LORENTZ, Wiedem. Ann. 9. S. 642. 1880.
[3] L. LORENZ, Wiedem. Ann. 11. S. 77. 1880.

die Flüssigkeit um eine mit dem Quecksilber-Manometer gemessene Grösse zunahm.

Die Flüssigkeiten wurden in Glas- oder Metallröhren von 230^{mm} Länge in einen Interferenz-Apparat eingeschaltet, wie ich ihn schon früher[1] benutzt und beschrieben habe. Die Flüssigkeit, welche das eine der beiden interferirenden Strahlenbündel zu durchlaufen hatte, wurde comprimirt und die Anzahl der Interferenzstreifen gemessen, welche dabei eine bestimmte FRAUNHOFER'sche Linie in einem reinen Spectrum passirten. Die Druckänderungen wurden mit einer Luftpumpe hervorgebracht.

Aus diesen optischen Versuchen lässt sich dann unter gewissen Annahmen über die Constanz des sogenannten specifischen Brechungsvermögens oder der Refractions-Constante die Compressibilität der Flüssigkeit berechnen.

Nennt man

y die Anzahl Interferenzstreifen, welche bei der Druckzunahme von p^{mm} Quecksilber und bei einer Flüssigkeitsschicht von D^{mm} Länge durch die betreffende Spectrallinie wandern,

Y die Anzahl Interferenzstreifen, welche bei einer Atmosphäre Druckzunahme und einer Flüssigkeitsschicht von 1000^{mm} Länge durch dieselbe Spectrallinie gehen,

n n_1 den Brechungsexponenten } der Flüssigkeit vor und nach
σ σ_1 das specifische Gewicht } der Compression,

λ die Wellenlänge des Lichtes in Luft für die betreffende Spectrallinie,

μ die Compressibilität der Flüssigkeit,

so ist, da die Volumenänderung proportional der Zunahme des Drucks ist,

$$\frac{\sigma_1}{\sigma} = 1 + \mu \frac{p}{760} \qquad 1.$$

$$y = Y \cdot \frac{p}{760} \cdot \frac{D}{1000} = \frac{D}{\lambda}(n_1 - n) \qquad 2.$$

Der Unterschied der Brechungsexponenten lässt sich mit Hülfe der Gleichung 1. in verschiedener Weise berechnen, je nach der Annahme, die man über das sogenannte Brechungsvermögen oder eine diesem analoge Grösse macht.

Nimmt man mit den HH. DALE und GLADSTONE,[2] LANDOLT[3] u. A. an, dass die sogenannte specifische Brechung constant sei, so ist

$$\frac{n-1}{\sigma} = \frac{n_1 - 1}{\sigma_1} = \text{const.} \qquad 3a.$$

[1] G. QUINCKE, Pogg. Ann. 132. S. 53 u. Taf. II. Fig. 13. 1867.
[2] DALE and GLADSTONE, Philosoph. Transactions 1863. p. 377.
[3] LANDOLT, Pogg. Ann. 123. S. 596. 1864; Berl. Sitzungsber. 9. 1. 1882. S. 64.

Über die Dielektricitäts-Constante und die elektrische Doppelbrechung isolirender Flüssigkeiten.

Von G. Quincke
in Heidelberg.

Nach den Anschauungen von Faraday[1] ist in jedem Punkte einer isolirenden Flüssigkeit, die wie das Glas einer Leidener Flasche elektrisirt wird, eine Zugkraft in der Richtung der elektrischen Kraftlinien und eine Druckkraft senkrecht zu diesen Kraftlinien anzunehmen. Nach Maxwell[2] sind diese Druckkräfte durch die Gleichung gegeben

$$p = \frac{K_1}{8\pi} \cdot \frac{P^2}{a^2} \qquad 1.$$

wenn P die elektrische Potentialdifferenz, a den Abstand der ebenen Metallbelegungen oder Elektroden bedeutet, zwischen denen die Flüssigkeit sich befindet. K_1 hätte für die Kräfte $\updownarrow$ und $\perp$ zu den elektrischen Kraftlinien denselben Werth und wäre gleich der Dielektricitätsconstante K oder der Zahl, um welche die Capacität eines Condensators grösser erscheint, wenn man die Belegungen statt durch Luft durch eine andere isolirende Substanz von einander trennt. Nach den neuesten theoretischen Untersuchungen[3] von Hrn. von Helmholtz kann das Verhältniss zwischen den Grössen der Drucke und Spannungen $\perp$ und $\updownarrow$ den elektrischen Kraftlinien je nach der Art der isolirenden Substanz verschieden sein.

Ich habe für eine Reihe isolirender Flüssigkeiten den Werth von K und K_1 gemessen für die Zug- und Druckkräfte $\updownarrow$ und $\perp$ zu den elektrischen Kraftlinien. K_1 werde ich, je nachdem die Kräfte $\updownarrow$ oder $\perp$ zu den elektrischen Kraftlinien wirken, mit K_p und K_s bezeichnen.

Dabei wurde eine elektrische Wage mit ebenen horizontalen Condensatorplatten aus vernickeltem Messing von 8.530^{cm} Durchmesser und 0.1597^{cm} Abstand benutzt, die in einem grösseren Glasgefäss stand, das mit Luft oder der isolirenden Flüssigkeit gefüllt war. Die untere Condensatorplatte stand mit der inneren Belegung einer grossen

---

[1] Faraday, Experimental researches. §. 1224 u. 1297.
[2] Maxwell, Electricity and magnetism. I. §. 111, 124.
[3] Helmholtz, Berl. Monatsber. 17. 2. 1881.

die Flüssigkeit um eine mit dem Quecksilber-Manometer gemessene Grösse zunahm.

Die Flüssigkeiten wurden in Glas- oder Metallröhren von 230^{mm} Länge in einen Interferenz-Apparat eingeschaltet, wie ich ihn schon früher[1] benutzt und beschrieben habe. Die Flüssigkeit, welche das eine der beiden interferirenden Strahlenbündel zu durchlaufen hatte, wurde comprimirt und die Anzahl der Interferenzstreifen gemessen, welche dabei eine bestimmte FRAUNHOFER'sche Linie in einem reinen Spectrum passirten. Die Druckänderungen wurden mit einer Luftpumpe hervorgebracht.

Aus diesen optischen Versuchen lässt sich dann unter gewissen Annahmen über die Constanz des sogenannten specifischen Brechungsvermögens oder der Refractions-Constante die Compressibilität der Flüssigkeit berechnen.

Nennt man

y die Anzahl Interferenzstreifen, welche bei der Druckzunahme von p^{mm} Quecksilber und bei einer Flüssigkeitsschicht von D^{mm} Länge durch die betreffende Spectrallinie wandern,

Y die Anzahl Interferenzstreifen, welche bei einer Atmosphäre Druckzunahme und einer Flüssigkeitsschicht von 1000^{mm} Länge durch dieselbe Spectrallinie gehen,

n n_1 den Brechungsexponenten } der Flüssigkeit vor und nach
σ σ_1 das specifische Gewicht } der Compression,

λ die Wellenlänge des Lichtes in Luft für die betreffende Spectrallinie,

μ die Compressibilität der Flüssigkeit,

so ist, da die Volumenänderung proportional der Zunahme des Drucks ist,

$$\frac{\sigma_1}{\sigma} = 1 + \mu \frac{p}{760} \qquad 1.$$

$$y = Y \cdot \frac{p}{760} \cdot \frac{D}{1000} = \frac{D}{\lambda}(n_1 - n) \qquad 2.$$

Der Unterschied der Brechungsexponenten lässt sich mit Hülfe der Gleichung 1. in verschiedener Weise berechnen, je nach der Annahme, die man über das sogenannte Brechungsvermögen oder eine diesem analoge Grösse macht.

Nimmt man mit den HH. DALE und GLADSTONE,[2] LANDOLT[3] u. A. an, dass die sogenannte specifische Brechung constant sei, so ist

$$\frac{n - 1}{\sigma} = \frac{n_1 - 1}{\sigma_1} = \text{const.} \qquad 3a.$$

[1] G. QUINCKE, Pogg. Ann. 132. S. 53 u. Taf. II. Fig. 13. 1867.
[2] DALE and GLADSTONE, Philosoph. Transactions 1863. p. 377.
[3] LANDOLT, Pogg. Ann. 123. S. 596. 1864; Berl. Sitzungsber. 9. 1. 1882. S. 64.

zwischen den Condensatorplatten geblasen und eine flache Luftblase erzeugt, welche beide Platten in zwei gleich grossen Flächen von 2 bis 5^{cm} Durchmesser berührte. Die Sperrflüssigkeit zeigte dann bei geschlossenem Hahn in beiden Manometerschenkeln eine Höhendifferenz, die stets kleiner als 1^{cm} war und von dem hydrostatischen und capillaren Druck der Flüssigkeit auf die Luftblase abhing.

Wurden beide Platten jetzt auf dieselbe elektrische Potentialdifferenz gebracht, für welche die Gewichte G_{I} und G_{II} bestimmt worden waren, so wirkte der durch Gleichung 1. bestimmte elektrische Querdruck im Innern der Flüssigkeit dem elektrischen Querdruck im Innern der Luftblase entgegen und die Höhendifferenz der Sperrflüssigkeit im Manometer nahm zu um eine Grösse h. Diese Zunahme war unabhängig vom Durchmesser der Luftblase und proportional dem Quadrate der elektrischen Potentialdifferenz. Sie schwankte bei den verschiedenen Flüssigkeiten zwischen 0.15^{cm} und 1^{cm}.

Bezeichnet man das specifische Gewicht der Sperrflüssigkeit mit σ, so ist die Differenz des elektrischen Querdrucks auf die Flächeneinheit im Innern der Flüssigkeit und der Luftblase

$$h\sigma = \frac{K_s - 1}{8\pi} \cdot \frac{P^2}{a^2} \qquad 2.$$

Für dieselbe Potentialdifferenz P und denselben Abstand a der Condensatorplatten von der Oberfläche O war früher die Zugkraft $\mp$ den elektrischen Kraftlinien im Innern der Flüssigkeit für die Flächeneinheit gefunden worden

$$\frac{G_{II}}{O} = \frac{K_p}{8\pi} \cdot \frac{P^2}{a^2} \qquad 3.$$

oder durch Division beider Gleichungen

$$K_s = 1 + \frac{h\sigma \cdot O}{G_{II}} \cdot K_p. \qquad 4.$$

Dadurch ist K_s bestimmt, da K_p durch die Wägungen an der elektrischen Wage bekannt ist.

Besondere Versuche zeigten, dass die Grösse der Oberflächenspannung der isolirenden Flüssigkeiten bei längerer Einwirkung elektrischer Kräfte nicht geändert wurde.

Bei derselben Flüssigkeit und derselben Temperatur wurde der Brechungsexponent für die FRAUNHOFER'sche Linie D mit einem STEINHEIL-schen Hohlprisma und einem OERTLING'schen Kreise gemessen, der noch Ablesungen von 2″ gestattete.

Nach MAXWELL[1] sollte die Constante K gleich dem Quadrate des Brechungsexponenten für unendlich lange Lichtwellen sein.

---

[1] MAXWELL Electricity and magnetism. II. §. 788.

Durch meine im Folgenden zusammengestellten Beobachtungen wird diese Beziehung nicht bestätigt.

Dagegen ist K_p nahezu gleich K_s und stets grösser als K. Eine Ausnahme bildet nur Rapsöl.

No.	Flüssigkeit	Spec. Gew.	bei °C.	Brechungsexponent n_D	Temp. τ°	Dielektricitäts-Constante bestimmt mit Condensator-Capacität K	Längs-Druck K_p	Quer-Druck K_s
1.	Äther	1.7205	14.90°	1.3605	6.60°	3.364	4.851	4.672
2.	Äther (über gebr. Marmor gestanden)	"	"	1.3594	8.37	3.323	4.623	4.660
3.	5 vol. Äther + 1 vol. Schwefelkohlenstoff	0.8134	16.40	1.4044	8.50	2.871	4.136	4.392
4.	1 vol. Äther + 1 vol. Schwefelkohlenstoff	0.9966	16.60	1.4955	10.50	2.458	3.539	3.392
5.	1 vol. Äther + 3 vol. Schwefelkohlenstoff	1.1360	17.40	1.5677	5.30	2.396	3.132	3.061
6.	Schwefel in Schwefelkohlenstoff (19.5 Proc.)	1.3623	12.60	1.6797	8.68	2.113	2.870	2.895
7.	Schwefelkohlenstoff (Kahlbaum)	1.2760	12.20	1.6386	7.50	2.217	2.669	2.743
8.	Schwefelkohlenstoff (Heidelberg)	1.2796	10.20	1.6342	12.98	1.970	2.692	2.752
9.	1 vol. Schwefelkohlenstoff + 1 vol. Terpentinöl	1.0620	17.80	1.5442	10.92	1.962	2.453	2.540
10.	Schweres Benzol (aus Steinkohlentheer)	0.8825	15.91	1.5035	13.20	1.928	2.389	2.370
11.	Reines Benzol (aus Benzoesäure)	0.8822	17.64	1.5050	14.40	2.050	2.325	2.375
12.	Leichtes Benzol	0.7994	17.20	1.4535	11.60	1.775	2.155	2.172
13.	Rapsöl	0.9159	16.40	1.4743	16.41	2.443	2.385	3.296
14.	Terpentinöl	0.8645	17.10	1.4695	16.71	1.940	2.259	2.356
15.	Steinöl	0.8028	17.00	1.4483	16.62	1.705	2.138	2.149

Alle Flüssigkeiten waren so rein, so wenig wasserhaltig und so staubfrei wie möglich und isolirten vortrefflich. Da aber die Beobachtungen einige Zeit in Anspruch nahmen, so verdampfte ein Theil der Flüssigkeit, die Temperatur sank und es condensirte sich beim Öffnen des Wagekastens etwas Wasser auf der Oberfläche der Flüssigkeit, wodurch die Dielektricitäts-Constanten zu gross gefunden wurden. Diese Fehlerquelle war besonders gross bei Äther.

Vier auf einander folgende Bestimmungen bei Äther, der lange Zeit über gebranntem Marmor gestanden hatte und durch ein Fächerfilter möglichst schnell in das Glasgefäss der elektrischen Wage filtrirt wurde, gaben

$$K_p = 4.399 \qquad 4.516 \qquad 4.739 \qquad 4.891.$$

Die in Tabelle IV aufgeführten Zahlen beziehen sich also auf Äther, der schon eine Spur Wasser angezogen hatte.

Um die Änderung der optischen Eigenschaften der Flüssigkeiten durch elektrische Kräfte zu untersuchen, benutzte ich Flüssigkeits-Condensatoren mit ebenen Elektroden oder mit Elektroden, welche

aus zwei concentrischen Cylindern bestanden. Die Elektroden oder Belegungen aus vernickeltem Messing waren durch Flintglasstäbchen von einander und von den durch planparallele Glasplatten geschlossenen weiteren Glasröhren isolirt, welche die möglichst reine und möglichst staubfreie Flüssigkeit enthielten. Durch zwei Seitenröhren gingen die mit Flintglas isolirten Drähte, welche die Elektroden mit der Erde oder mit der inneren Belegung einer grossen Leidener Batterie von acht Flaschen aus Flintglas verbanden. Die Belegungen des Flüssigkeits-Condensators und der Leidener Batterie wurden, wie bei den Versuchen mit der elektrischen Wage mit einer HOLTZ'schen Maschine geladen und auf constanter Potentialdifferenz erhalten, welche mit dem Reflexionselektrometer controlirt und dem Schraubenelektrometer gemessen wurde.

Diese Flüssigkeits-Condensatoren allein oder mit einem von mir bei früheren Untersuchungen benutzten BABINET'schen Compensator[1] zwischen NICOL'sche Prismen gebracht, gestatten die von Hrn. KERR[2] gefundene elektrische Doppelbrechung zu messen.

Nennt man

d den in Wellenlängen gemessenen Gangunterschied, um welchen das $\parallel$ der elektrischen Kraftlinie polarisirte Licht gegen das $\perp$ zu der elektrischen Kraftlinie polarisirte Licht beschleunigt ist,

P die elektrische Potentialdifferenz, l die Länge, a den Abstand } der ebenen Elektroden im C. G. S. System,

so ist nahezu

$$d = B \cdot \frac{l}{100} \cdot \frac{P^2}{a^2} \qquad 7.$$

Die Grösse B nimmt mit wachsender Wellenlänge ab und wird im Allgemeinen um so kleiner gefunden, je grösser die Länge der elektrisirten Flüssigkeit ist. Geringe Beimengungen fremder Substanzen, auch aus der Luft condensirtes Wasser, haben einen bedeutenden Einfluss auf B.

Als Mittel einer grösseren Anzahl von Versuchsreihen mit ebenen Nickelelektroden von 10^{cm}, 20^{cm}, 46^{cm} Länge und 0.1615^{cm} bis 0.3230^{cm} Abstand fand ich für Licht, der FRAUNHOFER'schen Linie D entsprechend, folgende Werthe der Constante B.

---

[1] QUINCKE, Pogg. Ann. 127. S. 206; Taf. I. Fig. 4—5. 1866.

[2] KERR, Phil. Mag. (4) L. p. 337, 446. 1877; (5) VIII. p. 85, 229. 1879; (5) IX. p. 159. 1880.

Grösse der elektrischen Doppelbrechung
für verschiedene Flüssigkeiten zwischen ebenen Nickelelektroden mit
BABINET'schem Compensator gemessen. (FRAUNHOFER'sche Linie *D*.)

	$B \cdot 10^6$
Schwefelkohlenstoff (Kahlbaum)	32.798
Schwefelkohlenstoff (Heidelberg)	31.948
3 vol. Schwefelkohlenstoff + 1 vol. Äther	27.252
1 vol. Schwefelkohlenstoff + 1 vol. Äther	19.476
1 vol. Schwefelkohlenstoff + 5 vol. Äther	4.422
Schweres Benzol (aus Stienkohlentheer)	4.460
Reines Benzol (aus Benzoesäure)	3.842
Leichtes Benzol	2.970
Terpentinöl	0.109
Rapsöl	— 2.273
Äther (frisch destillirt)	— 6.400
Äther (über gebranntem Marmor gestanden)	— 6.685
Schwefel in Schwefelkohlenstoff gelöst (19.5 proc.)	32.67

Bei Schwefelkohlenstoff blieb die elektrische Doppelbrechung dieselbe, wenn die Temperatur sich um 10° änderte.

Untersucht man die isolirenden Flüssigkeiten zwischen zwei concentrischen Cylindern mit dem BABINET'schen Compensator, so dass der dunkle Streifen im Compensator $\parallel$ der elektrischen Kraftlinie erscheint, so wird der dunkle Streifen bei dem Elektrisiren der Flüssigkeit um so mehr verschoben, je näher er dem inneren Cylinder liegt. Sehr häufig bildet er dabei eine Curve mit Wendepunkt, die nach verschiedenen Seiten verläuft, je nachdem die Flüssigkeit positive oder negative Doppelbrechung besitzt.

Zuweilen habe ich diesen Wendepunkt auch bei starken elektrischen Kräften zwischen ebenen Elektroden beobachten können.

An der Oberfläche zweier Cylinder mit dem inneren Radius R_1, dem äusseren Radius R_2 und der Länge l ist der Gangunterschied des Lichtes $\parallel$ und $\perp$ zu den elektrischen Kraftlinien polarisirt nahezu durch die Gleichungen gegeben

$$d_1 = B_1 \frac{l}{100} \cdot \frac{P^2}{\left(R_1 \log \text{nat.} \frac{R_2}{R_1}\right)^2}$$

$$d_2 = B_2 \frac{l}{100} \cdot \frac{P^2}{\left(R_2 \log \text{nat.} \frac{R_2}{R_1}\right)^2} \qquad 8.$$

B_1 wird meist kleiner, B_2 meist grösser gefunden als die Constante B für ebene Elektroden unter sonst gleichen Verhältnissen. B_1 und B_2

werden im Allgemeinen ebenfalls um so kleiner gefunden, je grösser die Länge der durchstrahlten Flüssigkeitsschicht ist.

Für eine Reihe Flüssigkeiten mit cylindrischen Elektroden von 10 bis 47^{cm} Länge und 0.3^{cm} bis 0.5^{cm} innerem, 0.7^{cm} äusserem Radius erhielt ich als Mittel aus mehreren Versuchsreihen folgende Resultate.

Elektrische Doppelbrechung
verschiedener Flüssigkeiten zwischen cylindrischen Elektroden
mit BABINET'schem Compensator gemessen.
(FRAUNHOFER'sche Linie *D*.)

	$B_1 \cdot 10^6$	$B_2 \cdot 10^6$
	λ	λ
Jod und Schwefelkohlenstoff	53.69	—
1 Th. Schwefel + 4 Th. Schwefelkohlenstoff	28.55	43.05
Schwefelkohlenstoff	22.50	33.65
Schweres Benzol	4.21	6.49
Terpentinöl	3.15	4.55
Steinöl	0.6	—
Rapsöl	— 2.81	— 7.00
Rüböl	— 2.07	—
Äther	— 4.17	— 6.82

Steinöl und Rüböl zeigen je nach der Sorte Öl, welche untersucht wird, starke Schwankungen der elektrischen Doppelbrechung.

Bei einer bestimmten Sorte Steinöl nahm d_1 zuerst zu mit wachsendem P und blieb dann constant, wenn P von 55 C. G. S. bis 72 C. G. S. gesteigert wurde.

Bei Rüböl war der Phasenunterschied des Lichtes ⫲ und ⊥ zu den elektrischen Kraftlinien polarisirt im ersten Augenblick nach dem plötzlichen Auftreten der elektrischen Kräfte grösser, als später. Dabei erschien das Gesichtsfeld längere Zeit, die bis 30 Secunden betragen konnte, verdunkelt.

Der Phasenunterschied besteht also aus einem veränderlichen und einem bei dauernder Einwirkung elektrischer Kräfte constanten Theile. Der erstere scheint von einer ungleichen elektrischen Ausdehnung des Rüböls herzurühren, ähnlich wie ungleichmässige Erwärmung eines Körpers diesen doppelt brechend macht.

Sehr auffallend sind die Erscheinungen der elektrischen Doppelbrechung, wenn aus irgend einem Grunde die elektrischen Kräfte im Innern der isolirenden Flüssigkeit periodischen Schwankungen unterworfen sind und gleichzeitig der dunkle Streifen im BABINET'schen Compensator sich um kleine Strecken verschiebt, oder zuckt. Diese Zuckungen oder Pulsationen erfolgten um so häufiger, je grösser die elektrische Potentialdifferenz der Elektroden war. Bei cylindrischen

Elektroden erschien dann der dunkle Streifen im Babinet'schen Compensator an der inneren und äusseren Cylinderfläche um dieselbe Grösse verschoben. Die Constanten B_1 und B_2 nahmen mit steigender Potentialdifferenz zu und erreichten erst bei hohen Potentialdifferenzen den Werth, den man für gewöhnliche ohne Pulsationen findet.

Dabei entwickeln sich zahlreiche Luftblasen aus der Flüssigkeit und man hört von dem Apparat einen Klirrton, dessen Tonhöhe mit sinkender Potentialdifferenz abnimmt.

Um zu untersuchen, ob der mittlere Brechungsexponent isolirender Flüssigkeiten durch elektrische Kräfte geändert wird, wurden die Flüssigkeits-Condensatoren in einen Interferenzapparat[1] eingeschaltet, bei welchem zwei von zwei gleich dicken Planparallelgläsern reflectirte Strahlenbündel interferiren und ein reines Spectrum mit Fraunhofer'chen Linien bilden, das von dunklen Interferenzstreifen durchzogen ist. Das eine Strahlenbündel durchlief die Flüssigkeit innerhalb, das andere ausserhalb der Elektroden.

Bei dem Elektrisiren derselben Flüssigkeit beobachtet man eine Verschiebung der Interferenzstreifen bald im Sinne einer Vergrösserung, bald im Sinne einer Verkleinerung des Brechungsexponenten durch die elektrischen Kräfte. Es laufen gleichsam Ausbiegungen oder Wellen über die Interferenzstreifen fort.

Diese wellenartigen Verschiebungen scheinen auf periodische Entladungen oder auf einen periodischen Wechsel der elektrischen Kräfte im Innern der isolirenden Flüssigkeit zwischen den Elektroden hinzudeuten.

Die Verschiebung im Sinne einer Verkleinerung des Brechungsexponenten entspricht einer Temperaturerhöhung der isolirenden Flüssigkeit um 0°.0001 bis 0°.1 C., nimmt mit der elektrischen Potentialdifferenz der Elektroden und der Zähigkeit der Flüssigkeit zu und kann von einer Erwärmung der Flüssigkeit durch Reibung herrühren, indem die Flüssigkeitstheilchen von den elektrischen Kräften zwischen den Elektroden hin- und herbewegt und umgerührt werden.

Die Zunahme des Brechungsexponenten tritt bei einigen Flüssigkeiten nur bei Beginn der elektrischen Einwirkung auf, bei anderen wechselt sie während der ganzen Dauer der elektrischen Einwirkung in kurzen Perioden mit einer Abnahme.

---

[1] Quincke, Pogg. Ann. 132. S. 53 u. Taf II. Fig. 11. 1867.

Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.



Lith. von Laue

Kundt: Untersuchung der Thermo- und Piezo-Electricität der Krystalle.

Über eine einfache Methode zur Untersuchung der Thermo-Elektricität und Piezo-Elektricität der Krystalle.

Von A. Kundt
in Strassburg.

(Vorgelegt in der Sitzung am 8. März [s. oben S. 279].)

Hierzu Taf. VI.

Die genaue Untersuchung der thermo-elektrischen Eigenschaften der Krystalle ist, wie insbesondere die umfassenden Arbeiten Hankels zeigen, eine sehr mühsame und schwierige Arbeit. Die Ermittelung der Elektricität jedes einzelnen Punktes der Oberfläche mit Hülfe des Elektrometers, um die Vertheilung der Elektricität auf der Gesammtoberfläche zu erhalten, erfordert nicht nur viel Zeit, sondern auch eine Menge von Vorsichtsmassregeln. Von der Thermo-Elektricität der Krystalle unterscheidet Hr. Hankel noch eine Elektricitätserregung, welche durch Strahlen, und zwar hauptsächlich solche geringer Brechbarkeit, hervorgebracht wird, von ihm Actino-Elektricität genannt. Endlich bedingt nach der Entdeckung der HH. Curie bei hemimorphen Krystallen der Druck eine Elektricitätserregung, die Piezo-Elektricität. Die genaue elektrometrische Untersuchung der Actino- und der Piezo-Elektricität bietet im Wesentlichen die gleichen Schwierigkeiten, wie die der Thermo-Elektricität.

Für eine möglichst allseitige Erforschung der Krystalle wäre es sehr erwünscht, eine Methode zu besitzen, welche auf einmal die elektrische Vertheilung auf der ganzen Oberfläche eines Krystalls zur Anschauung brächte, selbst dann, wenn die Methode quantitative Messungen nicht zuliesse. Ich habe eine solche gefunden, die an Einfachheit und Bequemlichkeit der Handhabung Nichts zu wünschen lässt. Die Methode ist die gleiche, welche schon Lichtenberg anwandte, um die Anordnung der positiven und negativen Elektricität auf einem Isolator, auf welchen Elektricität übergeströmt ist, sichtbar zu machen.

In dem Moment, in welchem die durch Temperaturänderung oder durch Druck auf einem Krystall hervorgerufene elektrische Vertheilung

bestimmt werden soll, bestäubt man denselben mit einem Gemenge von Schwefel und Mennige, welches durch ein engmaschiges Sieb von Baumwolle hindurchgesiebt wird. Bekanntlich wird bei diesem Vorgang das Schwefelpulver negativ, die Mennige positiv elektrisch, und ebenso wie bei den Lichtenberg'schen Figuren setzt sich nun der negative Schwefel auf diejenigen Theile der Krystalloberfläche, welche positiv sind, die Mennige auf die negativen. Die Anordnung der beiden Pulver giebt dann ein sehr anschauliches Bild von der elektrischen Anordnung auf der Oberfläche.

Das angegebene Verfahren ist so einfach und eigentlich so nahe liegend, dass es mir unwahrscheinlich war, dass dasselbe nicht schon angewendet sein sollte. Ich konnte indess in der einschlägigen Literatur keine Andeutung desselben finden. Ich habe zunächst die Methode nur auf eine kleine Zahl von Substanzen anwenden können, nämlich Quarz, Turmalin und Aragonit. Ob auch die Thermo-Elektricität von Krystallen, welche diese nur in sehr geringem Grade zeigen, mit derselben untersucht werden kann, muss ich dahingestellt sein lassen. Die Versuche an den genannten zeigen die grosse Verwendbarkeit derselben für gewisse Substanzen. [Auch Boracit, Zucker und Weinsäure lassen sich, wie inzwischen gefunden wurde, mit der beschriebenen Methode sehr gut untersuchen.]

Zum Belege theile ich einige Versuche mit.

Elektricität durch Druck (Piezo-Elektricität).

Die Elektricitätserregung durch Druck kann sehr bequem am Turmalin und am Quarz beobachtet werden. Prismatische Stücke von Turmalin oder Quarz, in einem Schraubstocke in geeigneter Weise gepresst und nach dem Pressen mit dem Pulvergemenge bestäubt, zeigen deutlich die Vertheilung der Elektricität. Als Beispiel diene eine sechseckige Quarzplatte, die, wie die thermo-elektrische Untersuchung ergab, aus einem durchaus einfachen Quarz senkrecht zur Axe geschnitten ist. Die Verbindungslinien der Ecken fallen sehr nahe mit den drei Nebenaxen des Quarzes zusammen. Presst man die Platte im Schraubstocke in der Richtung $a\ b$, und bestäubt, so erhält man die Anordnung des Pulvers, wie sie in Fig. 1 gezeichnet ist.

War der Krystall, aus dem die Platte geschnitten wurde, nicht einfach, sondern verwachsen, so erhält man nicht die einfache Anordnung des Pulvers wie in Fig. 1, sondern complicirte, verzerrte Figuren.

Thermo- und Actino-Elektricität.

Bezüglich der Thermo-Elektricität des Quarzes bedarf es einer Vorbemerkung. Hr. Hankel unterscheidet, wie schon bemerkt, von

der thermo-elektrischen Erregung des Quarzes die actino-elektrische. Letztere soll hervorgebracht werden durch Strahlen geringer Brechbarkeit (Wärmestrahlen), welche den Quarz treffen. Die Unterscheidung ist nach Hankel nöthig, da eine Stelle des Quarzes, welche beim Erwärmen positiv wird, dann, wenn sie von Strahlen getroffen wird, negative Elektricität zeigt. Da meine Erfahrung in dem fraglichen Gebiet nicht ausreicht, um in jedem Fall zu entscheiden, welcher Theil der Elektricitätserregung, die ein Krystall zeigt, durch Temperaturänderung, welcher durch Bestrahlung (nach Hankel) bedingt ist, so will ich einfach die Versuche beschreiben und dabei ganz unentschieden lassen, ob die Elektricität, welche die Pulver geben, als Thermo- oder Actino-Elekticität zu bezeichnen ist.

Setzt man auf die Mitte der Quarzplatte, welche bei Druck die Fig. 1 giebt, einen runden Messingcylinder, der bis etwa 150° erhitzt ist, so erhält man beim Bestäuben Fig. 2. Die entgegengesetzte Elektricität der auf einander folgenden Enden der hemimorphen Axen tritt sehr deutlich hervor, und zwar zeigt ein Ende, welches bei Druck positiv wird, bei Erwärmen durch den Messingcylinder negative Elektricität. Nach Hankel würde in Folge dessen die durch den aufgesetzten Messingcylinder erzeugte Elektricität nicht als Thermo-, sondern als Actino-Elektricität aufzufassen sein.

Verfährt man in gleicher Weise mit einer Quarzplatte, welche aus einem nicht einfachen, sondern verwachsenen Krystall geschnitten ist, so erhält man verzerrte Figuren, welche bis zu einem gewissen Grade die Verwachsungen erkennen lassen, Fig. 3 zeigt eine solche Figur. Die benutzte Platte erwies sich optisch als völlig homogen. Die Methode giebt also ein ganz bequemes Mittel, zu untersuchen, ob eine Quarzplatte aus einem einfachen Krystall stammt oder nicht. [Statt den Messingcylinder auf die Platte zu setzen, ist es, wie sich nachträglich zeigte, vortheilhafter, letztere auf die Endfläche des Cylinders zu legen und die obere Seite zu bestäuben, da alsdann die Staubfigur die ganze Platte bedeckt.] Will man die Vertheilung der Elektricität auf einem ganzen Quarzkrystall untersuchen, so geschieht dies am besten, indem man den auf etwa 100° erwärmten Krystall in einem Raum von möglichst niederer Temperatur abkühlen lässt. Zu dem Zwecke wurde in ein grösseres Gefäss, welches mit einer Kältemischung aus Eis und Kochsalz gefüllt war, ein kleines Metallgefäss gesetzt. Der erwärmte Krystall wird in dieses Metallgefäss gelegt oder gestellt und dann wird bestäubt.

Bei einfachen Quarzkrystallen häuft sich die Mennige und der Schwefel abwechselnd auf den Prismenkanten an; die meisten Quarze zeigen aber ein ausserordentlich complicirtes Verhalten. Die Pulver

reihen sich in vielfachen, geraden oder gekrümmten Streifen an, entsprechend den Verwachsungen des Quarzes.

Die Pulverfiguren, die man erhält, sind oft ausserordentlich verzweigt und zierlich.

Die Turmaline, die ich untersuchte, hatten meistens nur ein ausgebildetes Ende. Diejenigen von Snarum in Norwegen zeigten sich wenig elektrisch beim Abkühlen; Krystalle von Mursinsk in Sibirien gaben beim Bestäuben in geringem Maasse an einem Ende Anhäufung der Mennige, an anderen des Schwefels; zwei dunkle Turmaline aus Brasilien zeigten beim Bestäuben während des Abkühlens in der Luft sehr schön den analogen und antilogen Pol. Ausserdem setzten sich die Pulver auch zuweilen auf den Prismenflächen in mehr oder minder regelmässiger Weise ab.

Das verschiedene Verhalten der Turmaline führte mich dazu, einige Krystalle senkrecht zur Axe zu durchschneiden und die Schnittflächen zu untersuchen.

Zwei Krystalle von Snarum gaben auf den Schnittflächen keine bestimmte Anordnung des Pulvers. Krystalle von Mursinsk zeigten aber auf den Schnittflächen senkrecht zur Axe ein sehr complicirtes Verhalten. Ein Stück eines solchen Krystalls mit einer Schnittfläche einen kurzen Moment in der Flamme erwärmt, gab die in Fig. 4 gezeichnete Anordnung des Pulvers. Man sieht, dass in die im allgemeinen negativ rothe Fläche ein feines Geäder positiver Stellen eingefügt ist. Man muss daraus wohl auf eine sehr complicirte Verwachsung des Krystalls schliessen, indem eine sehr grosse Zahl einzelner Krystalle mit entgegengesetzt gerichteten Polen durch einander gewachsen sind.

Andere Schnitte senkrecht zur Axe von anderen Krystallen verhielten sich ähnlich. Einfacher erwies sich ein brasilianischer Turmalin, der beim Abkühlen sehr starke Elektricität an den Enden gab. Senkrecht zur Axe durchschnitten zeigten die beiden Schnittflächen die in Fig. 5 gezeichneten Pulveranordnungen. Man sieht, dass in den homogenen Krystall nur einige kleine Stellen mit umgekehrten Polen eingesprengt sind.

Die beschriebenen Versuche legen die Vermuthung nahe, dass nur solche Turmaline an den Enden starke Thermo-Elektricität zeigen, welche möglichst wenig durchwachsen sind; doch bedarf es zum Beweise hierfür eines grösseren Beobachtungsmaterials. Ich lasse zur Zeit in meinem Laboratorium eine grössere Zahl Turmaline möglichst genau untersuchen.

Die durch das Pulvergemisch an einigen Krystallen von brasilianischen Topas gefundene Elektricitätsanordnung stimmte im Wesent-

lichen gut mit der von Hrn. Hankel für dies Mineral gefundenen überein.

Die Pulverfiguren, die man auf den Krystallen erhält, lassen sich, selbst wenn die Anordnung der Pulver sehr complicirt ist, leicht auf ein mit etwas Gummi bestrichenes Papier abziehen. Die Figuren 1 bis 5 sind nach solchen Abklatschen gefertigt.[1]

Ich glaube, die mitgetheilten Resultate zeigen zur Genüge, dass die neue Methode bei weiterer Benutzung und eventueller Verbesserung in den Händen des Physikers, wie des Mineralogen und Krystallographen noch manche Aufschlüsse über das elektrische Verhalten der Krystalle geben kann.

Ich werde später ausführliche Versuche wenigstens bezüglich einiger krystallisirter Substanzen veröffentlichen.

---

[1] Eine Reihe anderer Abdrücke wurden zur weiteren Erläuterung des oben Gesagten in der Sitzung am 8. März vorgelegt.

Ausgegeben am 12. April.

1883.

XVII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

5. April. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

Hr. Tobler las über die altvenetianische Übersetzung des Dionysius Cato.

Die Mittheilung erscheint in den Abhandlungen.

Ausgegeben am 12. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1883.
XVIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

12. April. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Die Akademie hat das correspondirende Mitglied ihrer philosophisch-historischen Classe Hrn. L. Diefenbach in Darmstadt am 28. März durch den Tod verloren.

2. Hr. Wattenbach las die umstehend folgende Abhandlung: Beiträge zur Geschichte der Mark Brandenburg aus Handschriften der Königlichen Bibliothek. (Fortsetzung.)

3. Hr. Hagen theilte die Resultate einer Untersuchung über die Geschwindigkeit des strömenden Wassers in verschiedenen Tiefen, nach den Messungen von Chr. Brünings mit, welche ausführlich in den »Abhandlungen« des laufenden Jahres veröffentlicht werden wird.

4. Das vorgeordnete Ministerium hat die folgenden von der physikalisch-mathematischen Classe beschlossenen Geldbewilligungen aus Mitteln des akademischen Etats genehmigt: von 1200 Mark für Hrn. Dr. G. Krabbe hierselbst zu Untersuchungen über Rindenspannungsverhältnisse: der dritten Rate, im Betrage von 1200 Mark, der für Hrn. Dr. von Heldreich in Athen zur Herstellung einer Flora classica graeca bewilligten Unterstützung von 3600 Mark, und von 500 Mark als weiterer besonderer Bewilligung für die Ausdehnung dieses Unternehmens auf die Provinzen Thessalien und Epirus.

5. Auf Antrag der Akademie sind aus Allerhöchstem Dispositionsfonds 35000 Mark zu einer neuen, unter unmittelbarer Leitung der HH. Dr. Humann und Dr. Puchstein auszuführenden, Erforschung der Denkmäler auf dem Nimrud Dagh bewilligt, wovon das vorgeordnete Ministerium unter dem 2. d. M. Mittheilung macht.

6. Die Jahresberichte für das Corpus Inscriptionum latinarum und die Monumenta Germaniae Historica wurden vorgelegt.

Beiträge zur Geschichte der Mark Brandenburg aus Handschriften der Königlichen Bibliothek.

Von W. Wattenbach.

(Fortsetzung.)

In meiner Mittheilung am 8. Juni 1882 bemerkte ich, dass noch reichliches Material für weitere Beiträge vorhanden sei; es sind mir seitdem auch noch in anderen Handschriften Actenstücke ähnlicher Art vorgekommen, welche Brandenburger und Havelberger Officiale oder Procuratoren sich in ihre canonistischen Sammelbände eingetragen haben, um sie gelegentlich als Muster zu benutzen. Es sind natürlich nur Fragmente, und der berechtigte Wunsch, den Ausgang der Sachen zu erfahren, bleibt unbefriedigt. Das ist jedoch nicht hier allein der Fall, und wird auch häufig nicht durch den Verlust der Actenstücke verschuldet, sondern die Processe selbst zogen sich sehr in die Länge und kamen sehr oft nie zu Ende. Todesfälle, Kriegszeiten oder sonstige Hindernisse traten dazwischen, oder ein gütlicher Vergleich machte nach langem Processiren dem Streite ein Ende, wenn er nicht einfach liegen geblieben war. In manchen Fällen freilich fehlt uns nur eine Nachricht über den Ausgang, aber zur Charakteristik der Zustände sind auch solche vereinzelte Documente von Werth.

Aus der unruhigen Zeit des Bischofs Dietrich von Schulenburg (1349—1393) habe ich noch ein Mandat gefunden (Cod. lat. in folio 222, f. 103[b]), aus welchem hervorgeht, dass das Städtchen Löwenberg, bei Neu-Ruppin, welches zum Tafelgut der Bischöfe von Brandenburg gehörte, räuberisch angegriffen, und wie es scheint, die ausserhalb der Mauern befindlichen Heerden fortgetrieben waren: 'opidum Lowenberch ad mensam episcopalem Rev. etc. Thid. Brand. ecclesie episcopi pertinens, hostiliter spoliaverunt vaccis, ovibus et porcis ad valorem et estimationem ducentarum marcarum puri argenti'. Gegen diesen Frevel schritt der zur Ausführung der Statuten des Magdeburger Provinzialconcils nach dem Vertrag von 1364 im Brandenburger Sprengel eingesetzte Dietrich Goltitz (Thid. Goltitz, altarista in Berlin, executor statutorum provincialium sacri concilii Magd. per Brand. dyoc.

deputatus) nachdrücklich ein, lud die Übelthäter zur Verantwortung vor, und da sie nicht erschienen, oder sich nicht rechtfertigen konnten, befahl er den Prioren und Guardianen der Predigermönche und Minoriten, und allen Pfarrern, den Bann gegen sie (langiorem Nycol. et conplices ejus) zu verkündigen. Dieses Schreiben, welches in Berlin ausgefertigt ist, dessen Datum aber fehlt, stellte er auch seinem Collegen Gherad im Havelberger Sprengel zu, der gleichfalls dem Clerus desselben gebot, wenn eine Aufforderung in dieser Sache an einen von ihnen gelange, den Inhalt des Mandats von der Kanzel zu verkündigen und den Bestimmungen desselben gemäss zu verfahren.

An denselben Bischof Dietrich wandte sich im Jahr 1381 der Probst von Berlin, Apeczco, mit der Klage, dass ihn in Frankfurt a. O. ein Altarist einen Verräther schimpfe, und ihn beschuldige, den Markgrafen Otto (1373) durch seine Ränke um die Herrschaft gebracht zu haben und jetzt gegen den Markgrafen Sigismund dieselben Umtriebe anzuzetteln. Er betheuert seine Unschuld und verlangt hundert Mark Schadensersatz. Die am Schluss unvollständige Urkunde (Cod. lat. in fol. 212, f. 41) lautet:

Coram vobis Reverendo in Christo patre ac domino, domino Thiderico Episcopo Brandenburgensi, aut vestro commissario, proponit procurator et nomine procuratorio honorabilis viri domini Apeczconis, prepositi ecclesie in Berlin vestre diocesis, contra (et) adversus quendam Martinum de Czymrendorp, perpetuum vicarium seu altaristam in eadem ecclesia se asserentem, et contra quamlibet personam pro eo in judicio legitime intervenientem, et dicit: Quod licet dictus dominus Apeczco prepositus a xl annis proxime preteritis citra et ultra et presertim a tempore sue discrecionis, fuisset et esset ac hodie est, homo laudabilis vite et conversacionis honeste, presbiter consciencíosus ac reverencialis et obediens suis superioribus et prelatis, ac dominis suis temporalibus fidelis et devotus: Tamen Martinus, nescitur quo spiritu ductus, ymmo verisimiliter creditur spiritu dyabolico instigatus, nuper de anno presenti videlicet M^{mo} ccc^{mo} lxxxprimo, de mense Septembre, diebus prima secunda tercia et quarta, ut pluribus aliis diebus ante et post, in opido Frankenfurde prope Oderam Lubucensis diocesis, pluries in diversis locis coram gravibus et honestis personis, animo (et) intencione injuriandi, detrahendi, diffamandi, impediendi et dampnificandi, absque quacunque causa legitima et racionabili, eundem dominum prepositum, suum superiorem atque prelatum ordinarium, non nulla crimina contra eum licet falso et de facto maliciose confinxit et fabricavit, ipsumque dominum prepositum traditorem dixit, addens quod ipse dominus

prepositus olim Illustrem principem dominum Ottonem quondam marchionem Brand. suis malis consiliis et tradicionibus terra Marchie et dominio privasset. quodque dictus prepositus sic magnifatum (sic) principem, dominum Sigismundum marchionem Brand. modernum tradere intendit ac suis terris et dominio privare. Quas quidem injurias, diffamaciones atque verba dictus dominus prepositus sibi ad injuriam nominavit et reputavit, ac eas et ea ad animum revocavit et revocat, easque ac dampna que propter premissa et occasione premissorum sustinuit et incurrit et passus est. Centum marcas argenti Brand. vestra Judiciali Taxacione semper salva, estimavit et estimat, pro quibus quidem Centum Marcis argenti predictas injurias ....

Aus der Zeit des Bischofs HENNING VON BREDOW (1407—1413), aus welcher ich schon einige Mittheilungen machte, liegt noch mehr Material vor, welches die unruhigen und von Gewaltthätigkeiten erfüllten Zeiten deutlich genug erkennen lässt. Namentlich begegnen uns hier die von Walwitz, Ministerialen des Grafen von Anhalt, von denen es in der Magdeburger Schöppenchronik (Chroniken der deutschen Städte VII, 337) heisst: 'de ok mit neimande vruntschop heilden'. Sie hielten auf ihrem Schloss Hundeluft, etwa zwei Meilen nördlich von Dessau, einen von Wichard von Rochow, wie es scheint, freventlich gefangen genommenen Priester, Boten der Peterskirche zu Brandenburg, in Haft. Dieser Fall fiel in die Jurisdiction des mit Aufrechterhaltung der Magdeburger Synodalstatuten beauftragten Johannes Lutzke und dieser erliess daher ein Mandat, welches als 'Interdictum cum sentencia aggravacionis pro captura clerici alicujus' im Cod. lat. fol. 170 f. 255[b] eingetragen ist. Der Bischof ist darin freilich nicht genannt, aber die auf dieselben Personen bezüglichen Actenstücke, welche wir gleich zu erwähnen haben werden, gehören mit dem ganzen Complex in die Zeit des Bischofs Henning, und es geht auch unmittelbar vorher ein Mandat desselben Johannes Lutzke, in welchem er eine von ihm auf Ansuchen des Bischofs Henning ausgesprochene Excommunication erwähnt.

Das Interdict ist gerichtet an den Clerus der Probstei Leitzkau, östlich von Magdeburg, in welcher Walwitz lag, nach dem Verzeichniss bei RIEDEL VIII, 419. Sie lautet:

Johannes Lutzke executor statutorum provincialium prov. Magd. per civitatem et dioc. Brand. specialiter deputatus Universis et singulis dominis decanis et canonicis ecclesiarum collegiatarum, plebanis, divinorum rectoribus et clericis prepositure Litzken ubilibet constitutis, Salutem in domino et mandatis nostris firmiter obedire.

Cum statuto provinciali teneatur expresse, ut cum clericus infra provinciam Magd. captus vel detentus (fuerit), extunc per totum (archi)diaconatum in quo detinetur, a divinorum sollempniis cessari debet, verum non solum publica fama deferente set eciam veritate comperta didicimus, dominum H. B. presb. nunccium beati Petri eccl. Brand. per Richardum (l. Wichardum) Rochgow et N. ejus famulum intra eandem prov. Magd. scilicet in districtu opidi Czanis[1] dioc. Brand. captum, et captivatum per eosdem ad castrum Hundenlust (sic), ad B. C. et M. fratres Walwitz condictos spectans, intra eandem provinciam in dioc. Brand. situm, adductum et detentum, qui et hodie ibidem detinetur, et adeo notorie quod nulla poterit tergiversacione celari: Quare vobis singulis et omnibus et vestrum cuilibet, qui pro execucione presentis fueritis seu fuerit requisiti seu requisitus, in virtute sancte obediencie u. s. w.

Er gebietet, den Gottesdienst einzustellen und den Bann zu verkünden. Denselben Executor finden wir in heftiger Erregung gegen dieselben von Walwitz wegen eines 'spolium', das sie gegen den Bischof von Brandenburg und dessen Güter verübt haben; sie selbst kümmern sich augenscheinlich wenig um die Kirchenstrafen und es wird nun gegen ihre Helfer vorgegangen. Von allem Material aus diesem Handel sind uns nur zwei fast gleichlautende Mandate erhalten (Cod. lat. in fol. 169, f. 213), aus denen wir nähere Umstände nicht erfahren, auch nicht die Namen ihrer Anhänger, welche nach Brandenburg vorgeladen werden sollen und, wie gewöhnlich, mit Bann und Interdict bedroht werden.

Glücklicher Weise brachte das kräftige Regiment des Burggrafen Friedrich von 1412 an bessere Ordnung; gegen die Walwitzer aber zog ihr Lehnsherr, Graf Albrecht von Anhalt, selbst im Jahre 1413 zu Felde und gewann die Hundeluft, wie in der Magdeburger Schöppenchronik berichtet wird.

Zu mancherlei Conflicten führte aber auch die vielfach sich kreuzende geistliche Jurisdiction. So waren, wir wissen nicht weshalb, einige Bürger von Bernau durch den Vicarius in spiritualibus des Bischofs von Brandenburg gebannt, fanden aber einen Rückhalt an dem Magdeburger Official, der ohne Umstände dem Bischof selbst zu Leibe ging und ihm unter Androhung des Bannes trotz seiner Appellation die Bekanntmachung seiner Absolution befahl. Dagegen legt nun dessen Procurator Berufung ein (169. f. 214); er klagt, dass nach der Verkündigung des Bannes gegen die Bernauer

---

[1] Zahna, nordöstlich von Wittenberg.

tamen, honorabilis domine Jo. K. curie Magd. officialis, pretextu cujusdam ficte et ymaginarie appellacionis, non insinuate seu publicate. apostolis super ea minime secundum juris disposicionem petitis et receptis, jurisdictionem alienam citra casus a jure expressos vobis usurpando, eosdem de facto et ex abrupto absolvistis, a qua absolucione tanquam iniqua et injusta ad sanctam sedem apostolicam legitime exstitit in scriptis provocatum, pendenteque appellacione predicta vos, domine Johannes officialis, prefatis finibus vobis tradite potestatis minime contenti, sed fimbrias vestras ultra debitum dilatando, quendam monstruosum, a jure exorbitantem processum iniquum decrevistis, in quo Rev. in Christo patrem et dominum etc. episcopum Brand. sub certis comminacionibus, dictique Rev. patris et domini episcopi in spiritualibus vicarium, nec non curie Brand. Officialem, nominibus tamen eorum propriis non expressis, sub excommunicacionis pena monuistis, ut dictam vestram pretensam absolucionem, contra appellacionem predictam rite in presencia vestri, domini Johannis Officialis predicti. pro parte Rev. in Christo patris episcopi Brand. ipsiusque in spiritualibus vicarii interpositam, facerent et mandarent per divinorum rectores Brand. dioc. publicari: Sicque legitimam appellacionem et juris defensionem evacuare et tollere modis exquisitis intendentes. et jurisdictionem inter nonsubditos modis illicitis exercere. Unde ex premissis omnibus et singulis ego procurator prefatus nomine quo supra senciens dominos meos et me fore gravatos etc.

So wie hier der Magdeburger Official, so greift in einem anderen Falle der Decan von St. Sebastian daselbst höchst rücksichtslos ein, freilich in Folge eines päbstlichen Auftrages. Die Urkunde (170 f. 263) ist zwar von 1417 datirt. allein nicht nur führt die dritte Indiction auf 1410, sondern der im Datum genannte Johannes XXIII. war 1417 gar nicht mehr Pabst, und wir finden darin den Domprobst **Marquard**, welchen GERCKEN noch nicht kannte, der aber bei RIEDEL XXIV, 406 im Jahre 1410 erscheint als Theilnehmer an der grossen Verbindung zur Anerkennung der römischen Obedienz und in Actenstücken von 1413 (IX, 92) als todt bezeichnet wird. Dieser also erscheint vor Notar und Zeugen mit einer carta papirea, des Inhalts, dass er appellirt, weil

quamquam ecclesia katedralis Brand. notorie sit regularis ord. Premonstratensis, tamen discretus vir d. Nicol. Udenhageu presb. Brand. dioc. contra quendem Hinr. Groten canon. Brand. ejusdem religiosum (l. religionis) atque loci professum necnon canonice (?) obediencie, litteras nuper apostolicas ad decanum S. Sebastiani

Magd. obtinuit, occasione quarum litterarum d. Hinricus de Jeristorpp, decanus ejusdem Ecclesie S. Sebast. ejusdem, Hinricum prefatum coram se ad instanciam prefati presbiteri fecit ad Judicium evocari. Quarum litterarum apostolicarum et citacionis prefati domini Hinrici decani tenores hic insero et pro insertis haberi volo. Et quamquam pro parte prefati fratris Hinrici fuit exceptum, quod vigore hujusmodi litterarum apostolicarum contra eundem fratrem Hinricum Groten eidem decano jurisdiccio non conpetit, quia tacita veritate sunt impetrate — tacuit enim de religione, nec expressit aliquam amministracionem racione cujus ipse frater Hinricus Grote posset convenire vel conveniri, fingens causam quia ipse Hinricus Grote faceret ipsum Nicol. Udenhagen excommunicatum nunctiari — Ipse tamen dominus Hinricus decanus hujusmodi excepciones admittere non curavit, set ipsum fratrem Hinr. contumacem reputavit et in expensis condempnavit in non modicam (ipsius) et Eccl. Brand. injuriam et gravamen, prout hec nondum decem diebus elapsis ad meam pervenerunt noticiam. Senciens igitur ex premissis et quolibet premissorum et que ex premissis et eorum quolibet colligi poterint, me nimium pregravatum et plus debito gravari posse u. s. w.

Er appellirt an den heiligen Stuhl. Der Notar heisst Petrus Ratz, und demselben Namen begegnen wir 170 f. 265[b], wo ein Abt Andreas des Klosters Zinna (der bei Riedel X. 261 am 8 März 1416 als Zeuge vorkommt) sich bei ihm beschwert, dass er als Official der Brandenburger Probstei einem Unterthan des Klosters die 'canonica purgatio' auferlegt habe wegen einer ganz unbegründeten Beschuldigung des Ehebruchs: mindestens solle doch eine ordentliche Untersuchung vorgenommen werden, und der Ankläger sich nennen, damit man der Kosten halber sich an ihn halten könne, wenn die Beschuldigung sich als eine leichtfertige Verleumdung erweisen werde. Wenn übrigens dieser Hans Marquard derselbe ist, welcher 1415 (Riedel B. IV, 6) unter den Barnekowen als betheiligt an einem Raubzuge genannt wird, so mochte der Abt gute Gründe haben, sich seiner anzunehmen. Das Schreiben lautet:

Frater Andreas Abbas in Czenna domino Petro Ratz officiali preposituro Brand. Oraciones in Christo devotas et sinceram in domino caritatem.

Venerabilis domine et amice! Scitote quod presencium exhibitor, subditus noster Hans Marquard, nobis exposuit, quod parti tanquam de adulterii crimine infamato canonica esset indicta purgacio. Quapropter nos diligenti inquisicione facta, apud eos presertim quibus hoc si verum esset maxime notum esse

deberet, nec levem quidem suspicionem dicti criminis de eo aliquatenus investigare potuimus: Et si nobis constaret ipsum dicto crimine esse fedatum, pocius eum accusare quam excusare vellemus. Confidimus igitur de dileccione vestra, quod dictum nostrum pauperem innocentem contra justiciam non vexetis. Quod si forte nostrum testimonium pro eodem judicatis non sufficere, extunc pocius ut commissario Jutribuk vel alteri veridico et honesto committatis, ut de fama ipsius sive infamia inquirat, et si per eum verum esse cognoveritis, quod nos de ipsius infamia non potuimus investigare, facite circa eum quod juris ordo requirit. Quia satis (constat) quod (propter) uniuscujusque detractoris susurracionem non est alteri indicenda purgacio, nisi infamia apud graves personas et honestas precesserit. Quod si nec in hoc partes nostras dignum duxeritis admittendas, saltem procedat denuncciator ille, unde vobis hoc crimen innotuit, et eum legitime convincat, aut si subditus noster se sufficienter potuerit expurgare, expensas ei de indebita vexacione refundat et recipiat (penam) quam calumpniator juste sustinere meretur, ut per hoc vestra Justicia commendabilis apud homines et apud deum perpetua remuneracione digna inveniatur.

Aber auch mit seinen eigenen Landpröbsten, die sich offenbar ganz unabhängig fühlen und eine weitgehende Machtvollkommenheit in Anspruch nehmen, hatte Bischof Henning zu kämpfen, wie der folgende Erlass (196 f. 223) zeigt:

Henninghus dei et apostolice sedis etc. Gravi nimirum turbacione movemur, quod nonnulli nostre dioc. monasteriorum et ecclesiarum prelati (et) prepositi rurales sic interdum sue potestatis officium extendunt, quod in casibus nobis a jure vel consuetudine reservatis, in quibus eisdem dispensandi seu absolvendi nulla est attributa potestas, inquirendo, judicando et corrigendo indiscrete dampnabiliter se intromittunt, ymmo extra ecclesiarum et monasteriorum suorum loca causas audiunt, rudibus et imperitis audiendas frequenter committunt, sicque officium nostre Ordinarie jurisdiccionis sibi frustratim usurpantes et alias terminos potestatis sibi concesse plurimum excedentes,[1] propter quod sub pietatis specie gravantur innoxii et nocentes relevantur, insolita et a jure vetita interdicta, eciam pro debito pecuniario inprovide promulgantur: Unde juxta pastorale officium nobis ex alto injunctum

[1] Eine Bemerkung am Rande von gleichzeitiger Hand: 'vel sic forte: enervant suggillant vel suggillare presumunt' und noch eine ähnliche Randbemerkung zeigen, dass hier ein Concept vorliegt.

hujusmodi inprobis et indiscretis actibus quantum nobis possibile erit obviare volentes, omnibus et singulis monasteriorum et ecclesiarum prelatis, prepositis ruralibus quibuscunque per nostram dioc. constitutis, sub pena suspensionis ab ingressu ecclesie, quam in quemlibet presentis nostri mandati et inhibicionis temerarium contemptorem quindecim dierum canonica monicione (premissa) ferimus (in) dei nomine in hjis scriptis, districcius inhibentes, ne de cetero de casibus a jure vel consuetudine nobis reservatis inquirendo, judicando, corrigendo, dispensando vel absolvendo se intromittant seu ad correccionem clericorum speciali licencia nostra non obtenta procedant, aut causas extra ecclesiarum suarum et monasteriorum loca audiant seu aliis diffiniendas vel audiendas committant, Nisi forsan evidenti utilitate suadente ad succurrendum partium laboribus et expensis, certus articulus committatur, Aut infra dictos quindecim dies coram nobis aut nostro surrogando Seieser sufficienter et legitime conparerent, docturi et allegaturi, quod de omnibus et singulis premissis merito se intromittere valeant: Omnibus et singulis divinorum et ecclesiarum rectoribus per nostras Civitat. et dioc. constitutis tenore presencium districtissime precipiendo mandamus, quatenus presentes nostras inhibiciones dictis ecclesiarum et monasteriorum prelatis et prepositis Ruralibus fideliter insinuetis et publicetis. Certificantes eosdem quod contra quoslibet presencium nostrarum inhibicionum temerarios transgressores prout canonicum fuerit ad ulteriores penas contra inobedientes protinus (?) procedemus. In premissis tamen omnibus et singulis privilegiis et consuetudinibus nostre ecclesie Brandeb. semper salvis. Dat. etc.

Eine Erläuterung hierzu gewährt das folgende in einem einzelnen Falle erlassene, aber zu einer allgemeinen Formel theilweise umgearbeitete Mandat (169 f. 212):

Gravem et dolore non vacuam querelam talis recepimus, continentem quod, licet causa inter dictum A. tamquam actorem ex una, et B. suosque fidejussores reos parte ex altera, de et super quibusdam pecuniarum summis jure hereditario ad memoratum A. ut pretendebatur devolutis, fuerit et sit per Schultetum et Scabinos opidi talis judicialiter sopita, discussa et terminata, tamen honorabilis dominus Luderus Biderwant[1] de hujusmodi causa, sic ut premittitur per judices Seculares semel sopita et terminata, contra rem judicatam lites ex litibus resuscitando, et ut presumebatur, de quota litis paciscendo, se denuo intromisit,

---

[1] Am Rande steht statt des Namens 'prepositus talis'.

ac mencionatum A. ex abrupto[1] et precipitanter. juris ordine minime servato. plus ut presumitur ex odii fomite quam caritatis radice. cum omnibus sibi participantibus seu quovis modo prestantibus auxilium. consilium vel favorem. excommunicavit. unde sepenominatus A. super premissis ad nos recursum habendo humiliter supplicavit. ut sibi de remedio oportuno providere et litteras absolucionis ab hujusmodi injustis excommunicacionum sentenciis taliter qualiter in eum fulminatis concedere dignaremur. Nos justis ipsius peticionibus favorabiliter annuentes, litteras absolucionis, prout de jure propter injustum excommunicantis processum potuimus, eidem concessimus, ac dictum dominum prepositum ad instanciam ejusdem in certum terminum conpetentem ad conparendum Sejeser coram nobis et querelis sepedicti A. sufficienter respondendum citari fecimus et mandavimus. Dictus vero dominus prepositus in termino prefato minime conparuit, set contumaciter ut presumitur se absentavit, et ut percepimus in elusionem nostrorum mandatorum ulteriores processus, pristinum errorem suum continuando. contra prefatum A. de facto decrevit et fulminavit, et licet eundem prepositum occasione contumacie predicte excommunicare possemus. micius tamen agere volentes cum eodem, et juris rigorem freno mansuetudinis temperare, vobis omnibus et singulis et cuilibet supradictis in virtute sancte obediencie districtissime precipiendo mandamus. quatenus accedatis quo propterea fuerit accedendum. et canonice moneatis dictum dominum prepositum, ut in tali termino coram nobis conpareát, suam contumaciam si poterit expurgando. necnon ad producendum et exhibendum omnes et singulos litteras et processus contra dictum A. decretos et fulminatos, ac justificandum eosdem. Alioquin eundem dominum prepositum ob defectum premissorum dicto termino elapso, exnunc prout extunc et extunc prout exnunc. in Dei nomine excommunicamus in hiis scriptis. Quem et vos etc.

Inhibentes insuper vobis omnibus et singulis supradictis, ne aliquos processus. forsan per dictum dominum prepositum contra A. in causa ut premisimus fulminandos. ad vos recipiatis. vel jam fulminatos execucioni demandetis. Scituri quod contra contrarium facientes prout de jure poterimus procedemus. Dat. etc.

Finden wir hier den Bischof in Conflict mit seinem eigenen Probst. so sehen wir einen etwas verschiedenen Fall 170 f. 277, wo ein Pfarrer gegen die Jurisdiction des Official protestirt und als seinen Richter nur den Abt anerkennen will. der zugleich Archidiaconus ist

---

[1] Hz. hier. wie häufig, arrupto.

und in seinem Bezirk schaltet wie ein Bischof 'a tanto tempore quod fides christiana in partibus nacionis Saluie (Slavice?) recepit originem'.. Doch geht er trotzdem auf den ihm gemachten Vorwurf der Zuchtlosigkeit ein und schreibt darüber:

Et infra ut obicitis quod ego (in) dote mea tenui et habui publicam meretricem in anime mee grande periculum et scandalum plurimorum. Contra que objecta ego prefatus H. excipiendo dico. quod salva vestra reverencia mendose conficta et false fabricata (sunt). presertim pro et ex eo quod ipsa ancilla mea, quam ego tanto tempore tenui et in dote mea habui, teneo et habeo, tanti senii et tante etatis fore dinoscitur. ut naturali libidine fortassis, ymmo sine forte. a decem annis defecit, et tante probitatis ab antiquis temporibus approbata, quod diebus vite sue nullam penitus pravitatis maculam convincere (contrahere?) poterat.

Anders verhält es sich mit der darauf folgenden 'Forma citacionis in causa injuriarum cum narracione facti' (f. 277[b]). Hier tritt der (nicht genannte) Official für seinen Cleriker ein, dem es in Stettin übel ergangen war, geräth aber darüber in Streit mit dem Stadtrath, und die von beiden Seiten in gänzlich verschiedener Weise dargestellte Sache wird endlich gar an die Römische Curie gebracht. Der Cleriker nämlich hatte ihm geklagt:

quod ipse dudum pro suis negociis expediendis in opido Stettin quandam domum habitacionis Hinrici sartoris in platea communiter . . appellata cum nonnullis aliis clericis et laicis intrando, sedens apud ignem, quidam iniquitatis et sinistre pacis filii dictum clericum aggrediendo, ut cum eis biberet sepe hortando et sepius ante dictum clericum potum ponentes. Qui quidem cum dictis laicis ultra nature mensuram et inebriari expresse denegando, allegans quoniam hii qui potibus inebriarentur, contra deum et propria corpora dampnabiliter peccarent, et insuper mandata sui pastoris abstinato corde sinerent (?) adimplere, cum nuper dominus noster Episcopus in sua diocesi et per ipsam totam dioc. hujusmodi facta nepharia atque lubrica ab omnibus christifidelibus sub excommunicacionis late sentencie pena precepit arcius evitari.[1] Quibus per dictum . . clericum sic ut premittitur propositis et narratis, dicti laici dictum clericum cum magno cipho cervisie pleno cum tumultu ac horribili strepitu aggredientes, dictam cervisiam super capud, corpus et vestimenta sua perfundentes, verbis suis obprobriosis ipsum multipliciter offendentes dixerunt:

[1] Das bezieht sich auf das von Gercken S. 650 mitgetheilte Statut des Bischofs Henning im Cod. 169 f. 218[b].

'Maledicte judee, cum non fuisti baptisatus nobis predicare noluisti: baptisemus te in nomine centum diabolorum!' Quem hiis et similibus (verbis) contumeliosis et factis prophanis deterioribus et oblocucionibus pertinaci affatu, scissis vestibus, alaphis et colaphis adjectis ipsum foras ejecerunt, post ipsum turpiter clamantes blasphemando: 'Vade, maledicte, conquerendo tuo domino Episcopo, qui si hic tecum esset, participaret'. Nec hiis contenti malis, set prioribus (l. pejoribus) pessima cumulantes, ut premissa de mense Maji facta fuissent ab eisdem nona die et hora vespertina, mox die sequenti predicti A. B. C. predictum clericum in dicta domo reperientes, armis diris trusilibus gladiis et mucronibus denudatis in dictum clericum insultantes, atrociter usque ad non modicam sanguinis effusionem infra scapulas vulnerabant, ipsumque interficere vel occidere studuerunt, quem occidissent, nisi disponente voluntate dei de manibus dictorum sacrilegorum et occisorum mirabiliter evasisset. Unde non sit mirum, dictos sacrilegos invasores et occisores majores penas et sentencias per summos Romane ecclesie pontifices in taliter delinquentes rite latas dampnabiliter incurrisse.

Sie sollen also citirt, und wenn sie nicht erscheinen oder sich nicht zu rechtfertigen vermögen, der Bann gegen sie verkündet werden: 'singulis diebus dominicis et fest. in ecclesiis vestris de ambonibus publice, quando populi Christifidelium multitudo ibidem ad divina fuerit congregata, alta sonora et intelligibili voce,' candelis accensis etc.

Der Official scheint jedoch etwas zu rasch zu Werke gegangen zu sein, denn es folgt sogleich (f. 278) eine Exception, in welcher der Procurator jener ungenannten Laien behauptet,

quod quamvis verum sit, quod dictus A. dictam domum aliquo tempore intravit, ibique cum dictis laicis bibendo aliquas collaciones fecit, vos tamen ad falsissimam A. suggestionem, dicentis se clericum esse,[1] cum non sit verum set mendose per ipsum confictum, presertim pro et ex eo, quod dictus A. licet litterata sit persona, tamen evidenter ipse racione matrimonii contracti clericali privilegio dudum videtur renunceiasse. Et insuper ex eo, quod idem A. clericus eosdem A. B. C. coram seculari Judice in causam dictorum occasione traxisse non dubitatur. Constat propterea dictum A. laicum tacita veritate falsitateque ministrata,

[1] Hierzu fehlt das Prädicat; solche Anakoluthe sind aber auch in wirklichen Urkunden dieser Zeit nicht selten, wie ja auch das vorhergehende Mandat davon erfüllt war. Doch hat auch der Compilator dieser Handschrift manches Wort ausgelassen und nicht selten Fehler gemacht.

eciam si premissa veritate clare starent, prout minime possent, in hac parte [videtur] animum vestrum decepisse, cum predicte cause et pars de foro vestri Judicii minime persistunt (sic).

Er verlangt deshalb Aufhebung des Verfahrens, Abweisung des Klägers, und dass derselbe wegen der 'inutilis vexatio' in die auf 10 flor. geschätzten Kosten verurtheilt werde. Dagegen behauptet nun der Kläger in einer 'Informacio contra false narrata', in Betreff seiner angeblichen Ehe vom Gegner,

quod dicta clausula vesano dictamine false et mendose sit conficta, tanquam nugigerulum in suo mendacio reprehendendum fore, reprehendereque (eum) velit et possit, nisi dictus narrans demonstrando expresse certificando demonstrat locum, annum, mensem, diem, modum et formam, et quibus presentibus ipse A. cum dicta Kath. matrimonium contraxisse perhibetur.

Auch die zweite Behauptung erklärt er für falsch; es hätten vielmehr die Laien, als sie von seiner Klage gehört, ihn selbst vor dem Rath verklagt, er aber diesem darauf keine Antwort gegeben. Darauf nun erlangen die Beklagten folgendes Zeugniss des Rathes gegen ihn:

Universis et singulis quorum interest etc. in futurum, et presertim honorabili viro domino .. etc. Salutem et in cunctis possibilibus vestram voluntatem adimplere.

Dudum quidam A. nostre civitatis incola et inhabitator, se per discretos viros A. B. C. nostros concives senciens, ut asserit fore, esse et fuisse indubitatum (et) certum, et juratum (l. injuriatum) per eosdem, non vi, nec metu inductus, nec dolo nec alia fraude circumventus, nostrum judicium seculare inquisivit, petens sibi mediantibus advocatis secularibus sive prelocutoribus id suo nomine petentibus, justicie fieri plenitudinem. Attamen ut accepimus dictus A. coram dicto domino .. Officiali predictos A. B. C. nostros concives ecclesiastica censura in causam traxit. Accesserunt igitur predicti A. B. C. nostram presenciam, humiliter supplicantes, quatenus de ipsis factis sic ut premittitur dispositis testimonium sibi dignaremur facere speciale. Ideo quantum possumus premissa sic facta tenore presentium recognoscimus lucideque coram presentibus testamus (sic) omnibus. Supplicantes dicto domino N. quatinus ob respectum nostre revenciacionis (l. intervencionis) dictorum nostrorum concivium causam respicere dignetur, qui si nostre cohercionis gladio conprehensi certare conpelluntur, ne retrorsum cum mucrone inprospectibili cadent (so auch unten) vulnerati. Quibus si voluntatem fieri censeamus, majori vel saltem simili retribucione eidem (l. ad idem) servicium nos ipsos offerimus semper pronos et paratos. Et ut pre-

missa tanto firmiori robustatis testimonio fulcita conprobarentur, nostre civitatis sigillum in evidens testimonium de nostra sciencia presentibus est appensum.

Im folgenden Schriftstück berichtet der Official, dass der Procurator der beklagten Laien diese und noch eine andere nicht näher bezeichnete Urkunde, welche die Aussage eines Pfarrers enthielt, vorgelegt habe, mit der Bitte, dieselben in gesetzlich gültiger Form zu transsumiren und den Kläger dazu zu citiren. Demgemäss wird verfügt, worauf auch die Citation selbst folgt, und dann die Formalien des Transsumpts. Da der Kläger nicht erschienen ist, wird nun weiter Cassirung des früheren Verfahrens verlangt und deshalb jener zunächst wieder vorgeladen. Nun aber reicht dessen Procurator seine Einwendungen gegen die vorgebrachten Schriftstücke ein und behauptet:

quod dicte pretense littere et instrumenta sunt vaga, varia, inepta et obscura et inconposita, generalia et non specificata, per falsitatis suggestionem et veritatis obfuscacionem conpilata, Et adeo talia quod nullo jure subsistere possunt, presertim ex causis et racionibus infrascriptis:

Primo pro et ex eo quod Instrumentum publicum per Johannem inpetratum de et super unius solius private persone dictamen extat fundatum, cum de jure ad talem enormem excusacionem (sic) plures quam tres testes necessarii existunt, ut dicitur (Lücke). Presumitur enim dictus dominus et rector parroch. ecclesie . . contra me odiose testimonium perhibuisse, qui adhuc nec per aliquem Judicem ordinarium sive delegatum nec me presente vel vocato et in hoc (insuper?) in favorem parcium adversarum testimonium vetidum (sic) decrevit perhibere.

Ceterum predicta recognicio honestorum virorum proconsulum et consulum opidi . . de qua facta est mencio in litteris citacionis per vos dominum officialem contra me emissis et executis continet, quoniam dicta causa coram seculari ad mei instanciam pendet indecisa ac eorum gladio cohercionis conprehensi certare conpelluntur, ne retrorsum mucrone inprospectibili cadent vulnerati etc. Dico et me contra predictorum tela protegendo eisdemque obviando propono, quod notorium sit et publicum, quicunque de incolis dicti opidi aliquam causam seu dissensionem cum opidanis ipsis habere dinoscitur, de consensu diocesani ab olim eorum consuetudo fuit et est talis, quod actor sive injuriatus sub pena privacionis mansionis sive habitacionis sue primo coram Judice consulatus ipsius opidi predicti dictam causam ventilare tenetur, prout hec et alia [dominacioni vestre] sunt tam notoria et publica, quod prorsus tergiversacione celari (non) possunt. Cum autem

secundum dictam consuetudinem ego contra dictos questionem fecerim de dictis injuriis michi illatis, justicie conplementum dicti Judices seculares michi ministrare minime curabant, ideoque vestram dominacionem prout merito decuit accessi, ut de premissis justicie plenitudo michi ministraretur.

Er bittet also die frühere Sentenz aufrecht zu erhalten, und das scheint geschehen zu sein, denn jetzt folgt eine Appellation gegen die Verkündigung des Bannes:

Cum appellacionis remedium in oppressorum subsidium a Jure ordinatissima disposicione salubriter sit institutum, hinc est quod nos A. B. C. opidani . . animo et intencione appellandi, provocandi et apostolos petendi dicimus communiter et divisim, Et in hiis scriptis proponimus, quod licet dudum. cum quidam in dicto opido . . noster cohabitator. in publica sedens taberna extra briam demum ut inebriaretur cervisiam bibendo, et quemadmodum ebriorum et stultorum moris fore dinoscitur, queincunque nostrum verbis suis obprobriosis, spiritu vertiginis et insanie agitatus quam multipliciter colloquendo et infamando ac faman nostram bonam denigrando maliciose prorupit, sic clamando hec verba vel illis similia in effectu: 'Vos maledicti ebrii vultis vos assimilari michi? ego dedignor potare vobiscum'. Hec et similia multipliciter resumendo. nos A. B. C. vituperare non desinebat. quem tandem salva pace ducendo foras divisimus a nobis. Qui mox ut nobis ac unicuique nostrum . . . . dampna ac jacturas inferre posset, Judices nostros accedens contra nos fecit questiones graviores quam culpa nostra coegit seu postulare posset. Qui licet Judices ad dicti . . instanciam contra nos inquam de Jure potuerunt procedere non dimiserunt (sic). Insuper dicta causa coram Judicibus nostris sic ut premittitur pendente indescisa (sic) dictus . . ut nos dampnificare et gravare et destruere posset, officialem generalem accessit tanquam servilis (sic) persona, cum tamen velud coram eodem demonstravimus, quod dictus . . licet litteratus dudum occasione contracti matrimonii privilegium perdidit clericale Et eadem racione dictum dominum officialem nullam habere in nobis Jurisdiccionem docuimus evidenter. Nichilominus dictus dominus Officialis emissis suis processibus invalidis et maliciosis nos occasione premissorum non auditos, non defensos nec Jure convictos in nonnullis ecclesiarum locis fecit et facit excommunicatos nuncciari.

Aus allen diesen Gründen appelliren sie nun an den heiligen Stuhl: im folgenden Actenstück wird die Überreichung dieser Appellation an den Official 'de manu ad manum' constatirt. Der Procurator des Klägers aber excipirt dagegen:

Contra quandam scripturam ad modum libelli ut dicitur oblatam excipit procurator procuratorio nomine partis sue Et excipiendo proponit et dicit, quod dictus pretensus libellus fuit et est vanus, vagus, varius, obscurus, ambiguus et indeterminatus, ex falsis fabricatus, objectus, negativus, criminosus, calumpniosus, inanis et ineptus, male et inepte formatus, Narrans male, pejus concludens et ex narratis conclusis non descendens et alias per non procuratorem datus nec descendens ex commissione, vobis etc. non est admittendus nec est ei respondendum nec super eo de calumpnia nec alias quomodolibet jurando, prout ex ipsius inspeccione plenius apparet et lacius dicetur verbo vel in scriptis si opus fuerit de quo procurator idem protestatur ut est moris.

In gleicher Weise replicirt der Gegner; die nun folgenden Formeln aber gehören nicht mehr zu dieser Sache, und wir wissen leider nicht, ob dieser Stettiner Bierstreit an die Römische Curie gelangt und wie er dort entschieden sein mag. Das aber sieht man hieraus deutlich genug, dass mitten in der Unruhe und Gewaltthätigkeit jener Zeiten, während die Mächtigeren sich um die zornigen Mandate wenig bekümmerten, die bischöfliche Justiz in geringeren Kreisen thätig genug vorging, dass die verwickeltsten Processe mit grossem Eifer betrieben wurden und die Procuratoren vollauf zu thun hatten. Eine andere Sache der Art tritt uns in dem folgenden Process gegen Nikolaus Kopstorp in Zerbst entgegen, der im Jahre 1410 vom Official Nicolaus Klitzke angestrengt wurde (169 f. 210).

Sequuntur Acticata in causa inquisicionis Nicolai Kopstorp.

Offic. curie Brandenb. Universis et singulis divinorum rectoribus per dioc. Brand. constitutis Et presertim in Czerwest, Salutem in domino.

Quoniam ut intelleximus quidam Nicolaus Kopstorp vester parrochianus presumptuosa temeritate quandam mulierem Ryke nuncupatam, quondam relictam cujusdam Berlin pystoris in dicta Czerwest, pauperem orphanam, pro eo quod ad judicium nostrum ordinarium pro justicia consequenda recurrens, litteras a nobis impetraverat, sub dolio clausit in prejudicium juris, jurisdiccionis nostre et ecclesiastice libertatis. Quare vobis mandamus, quatenus publice de ambone loc. et hor. consuetis, dictum Nicolaum Kopstorp moneatis et citetis, quem et nos presentibus peremptorie sic monemus et citamus, ut prima die juridica post festum Epyphanie domini coram nobis Seyeser in judicio compareat, ad videndum et audiendum ipsum declarari in sentencias excommunicacionum ipso facto incidisse, vel ad allegandum causas racionabiles verbo vel in scriptis, quare premissa minime fieri debeant, (easque) certi-

ficandum. Nichilominus in premissis eundem (sic), quod sive venerit sive non, nos nichilominus in premissis prout fuerit de jure procedendum, procedemus.

R(eddite) l(itteram) sig(illatum) in signum execucionis.

Dat. Seyeser anno domini M°ccccdecimo etc.

Der Angeklagte scheint nicht erschienen zu sein, der Bann wurde ausgesprochen, und im Falle nicht binnen sechs Wochen Genugthuung geleistet würde, Verkündigung desselben anbefohlen:

Offic. Cur. Brand. Universis et singulis ecclesiarum rectoribus per dioc. Brand. constitutis et presertim in Czerwest Salutem in domino.

Quia quidam dictus Nicol. Kopstorp cum suis in hac parte complicibus quandam mulierem Ryke nuncupatam, quondam relictam cujusdam pistoris Berlin in dicta Czerwest, pauperem orphanam, sua presumptuosa temeritate ipsam ad forum ecclesiasticum recurrentem super causis ad idem forum spectantibus inpediverunt, turbaverunt, clausuris tenuerunt, quominus coram nobis justiciam libere optinere vel ipsius cognicionem per nos valeat prosequi et finire, in ipsius mulieris conquerentis non modicam injuriam dampnum et gravanem, ac nostre jurisdiccionis inpedimentum et illusionem: propter quod ipsos et quemlibet eorum servatis servandis declaravimus excommunicacionem ipso facto incidisse. Volentes igitur illusionibus et inpedimentis precavere, ne justicia nostra et ecclesie sponse negligatur, Vobis mandamus quatenus prenominatos moneatis, quos et quemlibet eorum presentibus sic monemus, ut infra sex dies a notificacione pres. continue proximos, quos ipsis pro termino perempt. assignamus, de predictis violenciis, inpedimentis et injuriis satisfaciant et quilibet eorum satisfaciat parti et nobis. Alioquis ipsos et quemlibet eorum per nos excommunicatos declaratos, prout de jure sunt, excommunicatos publice de ambone hor. et loc. consuet. nuncietis, donec aliud hoc casu a nobis habueritis in mandatis.

R. l. etc.

Nikolaus Kopstorp aber, der nicht ohne Erlaubniss seiner Obrigkeit gehandelt und nur darin gefehlt hatte, dass er das Weib, dessen eigentlichen Handel mit ihm wir nicht erfahren, unter einem leeren Fasse eingesperrt hatte, reichte die folgende 'Excepcio' ein, da der Official von ihm als Genugthuung acht Fuder Bier gefordert hatte.

Honorabilis domine Offic. Brand. Quia pro eo quod quidam Nicol. Kopstorp opidanus in Czerwest Brand. dioc. de licencia ac jussu speciali schulteti ibidem quandam mulierem Ryke nuncupatam, non in prejudicium jurisdiccionis vestre et libertatis ecclesie

ut pretenditis, nec eciam temeritate aliquali, set verius ex quadam simplicitate et ex inadvertencia sub dolio conclusit, ipsam certis de causis per noctem ibidem detinendo et custodiendo, vos contra ipsum Nicolaum pro hujusmodi excessu, si excessus diei meretur, procedere volentes, Octo plaustra cervisie vel ad minus duodecim libras cere nomine emende postulatis ab eodem: Que çorreccio et emenda utputa nimis excessiva de radice cupiditatis et avaricie prodire videtur aperte, Cum tamen ad puniendum et corrigendum hujusmodi excessus parvos et exiles, Et presertim inter tales personas pauperes et non habentes, non ex odii fomite set caritatis procedi deberet affectu juxta sacrorum canonum instituta. Quare petit procurator et eo nomine prefati Nicolai, quatenus hujusmodi correccionem et emendam minorare, moderare, presertim cum facultates in tantum dare sibi non suppetant, placeat et velitis graciose. Alioquin protestatur de jure suo de gravamine, et appellando protestatur insuper dictus procurator, quod hujusmodi excessus pretensi correccio non fit debito modo nec eciam de jure procedit, quod probabitur si opus fuerit tempore suo etc.

Kopstorp hatte sich an die Gnade des Officials gewandt, aber nur eine Abminderung auf sechs Fuder erreichen können, und reichte deshalb seine Appellation an den Erzbischof von Magdeburg ein:

In nomine domini Anno nativ. ejusdem M°ccccdecimo Ind. tercia, die Lune, Decima Mensis Februarii, hora primarum vel quasi, pont. Sanctissimi in Christo patris et domini nostri, d. Allexandri divina providencia pape quinti, Anno primo, In mei Hinr. Stratzborch not. publ. et testium infrascriptorum presencia personaliter constitutus providus vir Nicolaus Kopstorp opidanus in Czerwest Brand. d. habens et tenens in suis manibus quandam papir. cedulam in qua appellavit, provocavit, apostolos peciit, eamque alta et intelligibili voce palam legi fecit et protestatus fuit. Cujus tenor per omnia sequitur in hec verba.

Coram vobis notario publico et testibus hic pres. Ego Nicolaus Kopstorp opidanus in Czerwest Brand. d. animo et intencione appellandi, appellacionem interponendi et prosequendi, dico et propono, quod licet in officialem Episcopi per commissionem officii generaliter sibi factam causarum cognicio transferatur, potestatem tamen inquirendi, corrigendi aut puniendi aliquorum excessus, nisi hoc specialiter committatur, jus commune transferri non vult, ymmo prohibet, in eundem: Tamen honorabilis dominus Nicol. Klitzik offic. Brand. absque aliqua commissione sibi facta speciali me moneri fecit et monuit, ut coram

eo Seyeser in certo termino michi ad hoc deputato deberem comparere et de excessu per me commisso, ut pretendit, in eo videlicet quod quandam mulierem suspectam de licencia sculteti ibidem non in prejudicium jurisdiccionis domini Ep. Brand. seu ecclesie libertatis, Set verius ex quadam alia causa racionabili me ad hoc tunc movente, sub dolio clausi, sibi satisfacerem indilate, Octo plaustra Cervisie Czerw. pro emenda a me petendo. Coram quo procurator meus ad hoc constitutus comparuit procur. nomine Supplicando eidem d. Officiali, cum ad puniendum et corrigendum hujusmodi excessus parvos et exiles, si excessus dici meretur, et presertim cum michi facultas et (l. ad) tantum dare pro emenda non suppetat, quovismodo minorare et moderare dignaretur graciose, presertim cum hujusmodi correccio et emenda sit nimium excessiva et de radice cupiditatis et avaricie prodire videatur, et non ex odii fomite set caritatis hujusmodi correccio per illos, qui corrigere possunt, procedi deberet affectu juxta sacrorum canonum instituta. Ipse tamen hujusmodi correccionem minorare seu moderare noluit, per procuratorem meum diligenter requisitus, set sex plaustra Cervisie Czerwest. a me postulavit et habere voluit et non minus, cum tamen sibi nulla exaccio, correccio seu extorsio tanquam offic. competat in hac parte. Ipse tamen dominus pro eo quod hujusmodi sex plaustra cervisie in termino michi per eundem prefixo non solvi, me declaravit in sentenciam excommunicacionis, prout nondum decem diebus elapsis ad noticiam meam devenit, incidisse. Unde senciens me in premissis fore gravatum, timensque me plus posse in futurum pregravari: Ideoque ad reverendum in Christo patrem et dominum, d. Guntherum archiep. Magd. et ad ejus sanctam sedem metropoliticam in hiis scriptis provoco et appello, apostolos peto, primo secundo et tercio instanter instancius et instantissime, si quis sit qui eos michi dare velit atque possit, Subiciens me proteccioni et tuicioni sedis memorate, de emendacione, correccione etc. premissorum, et alias ut fuit et est moris et stili, expresse protestando. Requirens vos not. ut michi super hiis unum vel plura publicum vel publica conficiatis instrumentum seu instrumenta. Lecta et interposita est hec presens appellacio Magd. in domo habitacionis mee in Estuario exteriori, Anno Ind. die mensis hor. et pont. quibus supra, pres. Discretis viris, d. Wilkino Sjoeningh presb. et Thiderico Arnsberghe Clerico Halberst et Verd. dioc. testibus ad premissa vocatis specialiter et rogatis.

Et ego Hinr. Johannis alias dictus Stratzburg etc.

'Apostolos' erhielt Kopstorp freilich, aber nur 'refutatorios'. Doch mag er vielleicht in Magdeburg, wo, wie schon oben ein Beispiel zeigte, keine gute Stimmung gegen den Bischof Henning herrschte, gute Aufnahme gefunden haben, aber davon erfahren wir leider nichts. Die 'Apostoli' lauten:

Kopstorp, tu presumptuosa tua temeritate pauperem mulierem orphanam, pro justicia consequenda ad ordinarium Judicem recurrentem, sub dolio captam tenuisti, ipsam ad desistendum a causa sua et questione conpulisti, et per hoc judicium ordinarium inpedivisti, partem in prosequcione sui juris turbasti, in magnam injuriam, dampnum et gravamen, et propter hoc citatus fuisti et servatis servandis propter hoc excommunicatus declaratus secundum canonicas sanctiones, et quia a correccionibus non est appellandum, peccasti. Quiesce, age penitenciam, et si in aliquo premissorum fueris gravatus, gravamen ad presens tollimus et te ad penitenciam condignam quam meruisti revocamus, et ideo tue appellacioni non est deferendum et hoc tradimus tibi pro apostolis refutatoriis.

Dat Seyeser etc.

Darauf folgt nur noch ein 'Procuratorium' durch welches Nikolaus Kopstorp den Brandenb. Kleriker Johannes Weghener zur Durchführung seiner Appellation ermächtigt.

Von besonderer Bedeutung ist die dem Engelbert Wusterwitz übertragene Inquisition gegen die Berliner Bürger Strobant und Kopenik (169 f. 215); sie ist jedoch schon im Supplement zu Riedel's Codex Diplomaticus, S. 269, abgedruckt 'aus einer Handschrift der Berliner Bibliothek Thl. I. No. 60 f. 21', wörtlich übereinstimmend, nur findet sich hier noch eine Notification des ertheilten Auftrages, welche so lautet:

Offic. curie Brand. etc. divinorum etc. in domino salutem. Quia alias A. et B. vestri parrochiani, de mandato nostro super obiciendis legittime citati, per quendam simplicem nunccium insufficienter et minus legittime conparuerunt, viorum discrimina et insecuritates allegantes, nos eorundem incomodositati succurrere ac eosdem relevare volentes laboribus et expensis, domino Engelberto etc. de speciali commissione domini nostri episcopi Brand. contra eosdem duximus committendum. Mandamus igitur omnibus et singulis pro presencium execucione requisitis, quatenus dictos A. et B. peremptorie citetis, quos et nos tenore presencium sic citamus, ut octava die post pres. execucionem coram dicto domino Engelberto compareant, super capitulis objectionum canonice si

poterunt expurgaturi. ac alias in dicte inquisicionis negocio prout canonicum fuerit processuri.

Erfahren wir nun hieraus keine neue Thatsache, so lehrt uns dagegen eine 170 f. 258 eingetragene Urkunde, dass E. Wusterwitz wenigstens im Anfang des Jahres 1416 noch mit Geschäften des Klosters Lehnin in der Mark beschäftigt war, und sich noch nicht wie Julius Heidemann in der Ausgabe seiner Chronik S. 107 vermuthet, schon als Syndicus in Magdeburg befand:

Abt Heinrich von Lehnin nämlich ernennt am 16. Feb. 1416, 'apostolica sede pastore carente', 'in monasterio b. Marie Virg. in Lennyn ord. Cist. Brand. dioc. in estuario fratrum infirmorum conventus ejusdem' zu Procuratoren 'fr. Petrum Rudolphi et fr. P. Jerchow conventuales ibidem presentes et onus procuracionis seu sindicatus hujusmodi in se sponte suscipientes, Nec non honorabilem virum Engelbertum Wusterwitz absentem', um mit Joh. de Uchthagen, armiger, zu verhandeln 'coram ven. dom. d. N. Clitzken eccl. Brand. preposito subconservatore'. Der Notar Nicolaus Upselach hat die Urkunde verfasst.

Fassen wir nun noch einige der vom Bischof Henning herrührenden Stücke zusammen, so finden wir zunächst 169 f. 211 die Dispensation für einen Apostaten, einen Mönch, der sich ein Weib genommen hatte: 'habitum monachalem a se susceptum et post quintum decimum annum delatum inconsulte abjecit in apostasia vivendo, et malum malo accumulando quandam mulierem in facie ecclesie sibi fecit matrimonialiter copulari.' Später ist es ihm doch wieder leid geworden, er hat die Kutte wieder angezogen und ist zur Kirche des nicht genannten Adressaten gekommen. Der soll ihm (Heinrich heisst er) eine angemessene Busse auferlegen und ihm dann die Absolution ertheilen, diese auch öffentlich verkündigen. Die in der Handschrift unmittelbar folgenden Stücke sind ohne Namen, gehören aber vermuthlich alle dem Bischof Henning an. Das nächste (f. 211^{b}) enthält 'primarie preces', welche 'ex laudabilis et longeve consuetudinis obtentu' dem Bischof von Brandenburg nach seiner Erhebung in der Stadt und im Sprengel zukommen. In dem unmittelbar darauf folgenden Schreiben richtet der Bischof an einen 'honorabilis dominus' seine erste Bitte um das zuerst erledigte Benefiz für seinen Notar Johannes, 'quod apud vos et vestros speramus posse utiliter conpensare'. Sehr unharmonisch aber folgt unmittelbar darauf für den Fall der Verweigerung die Bedrohung mit Kirchenstrafen: 'sub pene debito, prout ecclesiastice censure ac nostram volueritis effugere ulcionem'.

Für die Tödtung eines Priesters hatte ein gewisser Gerard Blok am päpstlichen Hofe Gnade gefunden und wird durch folgendes Mandat (f. 221^{b}) zur Busse zugelassen:

Reverendi in Christo patris et domini etc. in spiritualibus vicarius generalis Universis et singulis ecclesiarum et divinorum rectoribus et presertim Ambarum Civitatum Brandenb. Berlin omnium ecclesiarum Bernow et Struszberg etc. ad quos presentes nostre littere pervenerint, Sinceram in domino caritatem.

Noveritis nos litteras de penitencia Reverendi in Christo patris et domini, d. Nicolai de Gamundia, domini pape penitenciarii, recepisse, per Gherardum Blok laicum nobis presentatas, Tenoris infrascripti: Venerabili etc. Post quarum quidem recepcionem dictum Gherardum Blok presbitericidam ad penitenciam suscepimus, ipsumque in suis delictis et peccatis audivimus et quantum potuimus diligenter examinavimus et absolvimus, penitenciam ultra premissam penitenciam nobis scriptam sibi salutarem injungentes. Et quia penitenciam suam in locis delicti tute agere non potest, ipsum ad vos cum penitencia premissa per presentes remittimus, Rogantes vos ymmo hortantes, quatenus intuitu divini amoris predictum Gherardum Blok ad predictus penitencias juxta formam traditam misericorditer recipiatis et in signum vere contricionis et penitencie ipsum ulterius remittatis cum creditivis vestris ad penitenciam pro salute anime sue peragendam, ut eternam mercedem adipisci valeatis nobis humiliter in hoc conplacendo. Impedimentis tamen cessantibus dictum Gherardum Blok cum penitencia sibi tradita ad majores ecclesias loci delicti Furstenwalde et Franckenforde remittimus per presentes. Quod si hoc facere et satisfacere contempserit, juxta commissionem in hac parte traditam noscat se in dictas sentencias ipso jure relapsum.

Ein 'dominus' dagegen, also doch wohl ein Priester, welcher einen Collegen im Zank geschlagen und bei den Haaren gezogen hatte, konnte vom Bischof selbst absolvirt werden, wie dieser in folgendem Schreiben (f. 223[b]) bekannt macht:

Divinorum rectoribus etc. Ceterisque pro pres. execucione debite requisitis, in domino Salutem.

Exhibita nobis domini M. peticio continebat, quod cum alias a domino N. qui in eundem dominum M. manus injecit temere violentas, propulsatus et ad iram provocatus via defensionis eundem trahendo per crines non tamen enormiter repercussit: propter quod timens sentencia canonis contra clericorum percussores a jure generaliter promulgata se fore illaqueatum, Supplicans nobis quatenus eidem de oportuno remedio providere dignaremur, Nos attendentes quod inconsultus iracundie calor culpa caret et quod bonarum mencium est timere culpam ubi culpa

minime reperitur, eundem injuncta eidem pro modo culpe penitencia salutari. per manus nostre imposicionem absolvimus et absolutum ad vos remittimus, vobis mandantes quatenus eundem per nos sic absolutum vestris in ecclesiis publice nuncietis.

Einen der sehr häufigen Fälle, wo die Excommunication als einfaches Mittel der Pression bei versäumter Zahlung angewandt wurde, zeigt uns ein Erlass 170 f. 251[b]. Einem Bürger in Brandenburg, der A cloth senior genannt wird, war nämlich sein Sohn ertrunken, für dessen Begräbniss er dem Bischof Henning 6 Schock zu zahlen versprochen hatte; da er es aber unterliess, wurde er mit dem Bann bedroht und dieser für den Fall sogleich ausgesprochen; die Pfarrer sollen ihn verkünden 'pulsatis campanis accensis candelis et reextinctis et demum in terram projectis'.

Wie unangenehm aber in dem Fall, dass der Bann Beachtung fand, was in den unteren Kreisen doch geschehen sein wird, die Folgen davon waren, lässt sich aus der kurz vorher (f. 249[b]) eingetragenen Formel entnehmen. Sie lautet:

Quia alias N. P. vester parrochianus sentenciam excommunicacionis, cui per nos sua exigente contumacia ad instanciam P. N. extat innodatus, dudum sustinuit et adhuc sustinet animo indurato in anime sue grave periculum, sancte matris ecclesie in contemptum et in plurimorum scandalum christianorum: Ne igitur dicti Nicolai protervitas aliis obedient. (sic) malum transeat in exemplum, vobis mandamus in virtute sancte obediencie districte precipiendo. quatenus salubriter moneatis omnes et singulos vestros parrochianos utriusque sexus in genere, quos et nos presentibus sic monemus, ut infra ix dies vestre ac nostre monicioni continue proximos, quos ipsis ac cuilibet eorum pro trina ac canonica monicione assignamus, se a participacione dicti N. stando sedendo loquendo commanendo bibendo hospitando peccora custodiendo emendo vendendo salutando conversando, tabernam seu alia loca visitando, sal aquam ignem ministrando, et a quovis humanitatis solacio preterquam a Jure permisso abstrahant et desistant, et quilibet eorum pariter abstrahat et desistat. Alioquin contra participantes hujusmodi inmediate (?) procedemus, Non inde cessantes donec dictus N. ad gremium sancte matris ecclesie curaverit redire et beneficium absolucionis a nobis meruerit obtinere.

Reddite litteram hanc signatam etc.

Auf den Bischof Henning folgte 1414, wie es scheint, Johannes von Waldow, welcher jedoch sich noch im Mai 1416 'electus episcopus Brand.' nannte. Im Jahre 1421 wurde er auch Bischof von Lebus,

verzichtete dann auf Brandenburg und starb 1423. In seiner Zeit haben durch die kräftige Verwaltung des Burggrafen Friedrich, an welcher auch der Bischof selbst Antheil hatte, die Verhältnisse sich etwas gebessert, und die Urkunden zeigen nicht Spuren so arger Gewaltthätigkeiten, dagegen wieder einen Fall des Conflicts zwischen den verschiedenen geistlichen Jurisdictionen. In einer Protestation vor dem Domprobst Nicolaus Klitzke (170 f. 260[b]) wurde nämlich die Jurisdiction desselben als Conservator von Lehnin bestritten:

> Procurator et eo nomine famosi viri Jacobi de Roslow (l. Rossow) ante omnia protestatur quod coram vobis honorabili viro d. N. Klitzken preposito Ecclesie Kath. Brand. pretendente vos Judicem et conservatorem jurium libertatum et privilegiorum venerabilium et religiosorum virorum Abbatis et conventus monasterii in Lennyn ord. Cist. dicte dioc. Brand. non conparet tamquam coram suo Judice, nec in vestram jurisdiccionem, quam vos habere pretenditis, consentire intendit per quemcunque actum factum vel faciendum quovis modo, nisi in quantum de jure hac protestacione salva et in quolibet actu semper repetita. Set conparet tamquam coram honorabili viro et petens a parte adversa causam in scriptis sibi assignari et statim terminum ad contradicendum vel quid juris; alias protestatur de gravamine et appellando et petit hanc protestacionem scribi apud acta etc.

Um was es sich handelte, erfahren wir nicht. Der genannte Domprobst aber hatte nach GERCKEN 1419 Stephan Bodeker, den späteren Bischof zum Nachfolger, und der Vorfall gehört also in die Zeit des Bischofs Johannes.

Eine eigenthümliche Sitte tritt uns entgegen in einigen Urkunden, welche, ohne Datirung, doch ungefähr in diese Zeit gehören, indem unbemittelten Clerikern als Beisteuer zu ihren Studien Forderungen cedirt werden, welche nicht ohne Process, der vielleicht für einen solchen Kläger kostenfrei sein mochte, sich eintreiben liessen, oder auch sehr unsicherer Natur waren. So cedirt (170 f. 259[b]) Arnoldus Calve laicus Verd. dioc. 'pure propter deum discreto viro Hinrico Jungen clerico Brand. d. in subsidium studii sui et juvamen, omne jus quod ipsum concernit et sibi conpetit contra et adversus Nicolaum Scherer laicum occasione decem flor. Rin. legalium vel dativorum, pro quibus idem Nicolaus tunicam memorati Arnoldi, mortuo Kolczen penestico, pro suis justis debitis inpignoravit et vias suas recessit. Volens igitur dictus Arnoldus tunicam suam rehabere tot florenis solvit et liberavit'.

Dieser entwichene Laie mochte sich schwer auftreiben und zur Zahlung bringen lassen; bessere Aussicht hatte vielleicht, freilich auf eine kleinere Summe, Lorenz Wegener, Cleriker des Caminer Sprengels,

minime reperitur, eundem injuncta eidem pro modo culpe penitencia salutari, per manus nostre imposicionem absolvimus et absolutum ad vos remittimus, vobis mandantes quatenus eundem per nos sic absolutum vestris in ecclesiis publice nuncietis.

Einen der sehr häufigen Fälle, wo die Excommunication als einfaches Mittel der Pression bei versäumter Zahlung angewandt wurde, zeigt uns ein Erlass 170 f. 251[b]. Einem Bürger in Brandenburg, der A cloth senior genannt wird, war nämlich sein Sohn ertrunken, für dessen Begräbniss er dem Bischof Henning 6 Schock zu zahlen versprochen hatte; da er es aber unterliess, wurde er mit dem Bann bedroht und dieser für den Fall sogleich ausgesprochen; die Pfarrer sollen ihn verkünden 'pulsatis campanis accensis candelis et reextinctis et demum in terram projectis'.

Wie unangenehm aber in dem Fall, dass der Bann Beachtung fand, was in den unteren Kreisen doch geschehen sein wird, die Folgen davon waren, lässt sich aus der kurz vorher (f. 249[b]) eingetragenen Formel entnehmen. Sie lautet:

Quia alias N. P. vester parrochianus sentenciam excommunicacionis, cui per nos sua exigente contumacia ad instanciam P. N. extat innodatus, dudum sustinuit et adhuc sustinet animo indurato in anime sue grave periculum, sancte matris ecclesie in contemptum et in plurimorum scandalum christianorum: Ne igitur dicti Nicolai protervitas aliis obedient. (sic) malum transeat in exemplum, vobis mandamus in virtute sancte obediencie districte precipiendo, quatenus salubriter moneatis omnes et singulos vestros parrochianos utriusque sexus in genere, quos et nos presentibus sic monemus, ut infra ix dies vestre ac nostre monicioni continue proximos, quos ipsis ac cuilibet eorum pro trina ac canonica monicione assignamus, se a participacione dicti N. stando sedendo loquendo commanendo bibendo hospitando peccora custodiendo emendo vendendo salutando conversando, tabernam seu alia loca visitando, sal aquam ignem ministrando, et a quovis humanitatis solacio preterquam a Jure permisso abstrahant et desistant, et quilibet eorum pariter abstrahat et desistat. Alioquin contra participantes hujusmodi inmediate (?) procedemus, Non inde cessantes donec dictus N. ad gremium sancte matris ecclesie curaverit redire et beneficium absolucionis a nobis meruerit obtinere.

Reddite litteram hanc signatam etc.

Auf den Bischof Henning folgte 1414, wie es scheint, Johannes von Waldow, welcher jedoch sich noch im Mai 1416 'electus episcopus Brand.' nannte. Im Jahre 1421 wurde er auch Bischof von Lebus,

promittensque mei notarii infrascripti vice et nomine omnium quorum interest vel intererit dictam cessionem et donacionem ratam et gratam perpetuo habituram nec eam aliqua causa nec ingratitudine revocabit.

Daran reiht sich eine lange Kette von Actenstücken des Processes, der vor dem Archidiaconus geführt wird; der Laie P. wird verurtheilt, gebannt, die Mitbürger, welche gar keine Rücksicht darauf nehmen, von allem Verkehr ausgeschlossen, alle Fürsten, Herzoge, Markgrafen u. s. w. sollen zur Beobachtung dieses Verbotes aufgefordert werden, aber da reisst der Faden und wir erfahren nicht, ob der Cleriker zu seinem Gelde gekommen ist.

Die Leipziger Scholaren hatten natürlich auch ihren eigenen Conservator, der eintretenden Falls sofort nach Leipzig citirte. Es scheint jedoch, dass die Privilegien der Studenten auch gelegentlich missbräuchlich in Anspruch genommen wurden, ohne dass ein Studium wirklich beabsichtigt war. Das wird wenigstens behauptet in einer 'Forma declinandi forum', 170 f. 261[b]:

Coram vobis honorabili domino Judice Ja. decretorum doctore, qui vos pretenditis Conservatorem et Judicem scholarium studii Lipz. Ego Wilhelmus procurator famosi Borchardi et suorum famulorum, videl. Cunradi Voget et Joh. Enderlin cum suo filio Achilli et Nicol. Schulten, Protestor ante omnia quod per ea que dico (vel) dicturus sum, facio vel coram vobis facturus sum, nolo in vos, reverencia vestra salva, vel in aliquam jurisdiccionem vestram consentire u. s. w. Er leugnet durchaus, dass er seiner Jurisdiction in dieser Sache unterworfen sei, denn quia dictus dominus Jacobus — der Kläger nämlich, der aber noch nicht genannt war — non transsivit ad studium Lypz ut scholaris vel studens ibidem studendo et commorando: Ideo merito non gaudebit privilegiis studii aliquos conveniendo, nisi traxisset moram per x annos ibidem, ut ista lucidius patent per scripta doctorum, ymmo idem d. Jacobus transsivit ad studium Lipz ad vexandum homines minus juste, quod apparet ex isto quia hodie trahit unum, cras alium, per x dies olium, per xx dies iterum alium, licet isti omnes sint de familia unius domini, Et quia idem dominus Jacobus tamquam inobedienciarius domino suo Episcopo recepit se ad dictum locum Lipz sine licencia sine ordinacione (l. sui ordinarii) . . Noscat igitur illuminata vestra discrecio, qualiter dictus dominus dicitur studens et commorans, quod minime creditur, cum absque licencia sine (sic! l. sui ordinarii) stat in studio Lipzensi, quid facere poterit in sacris agendis? Eciam contendo (?) quod dictus Ja. nuncquam quesiit ordi-

narios suos, cum sit clericus Brand. dioc. ad quod quilibet clericus tenetur juxta statuta ejusdem dioc. cum ordinarii ibidem nuncquam fuerunt nec hodie sunt in justicia facienda negligentes set parati sunt in justicia reddenda. Et satis est locum Lypz dominis meis non esse tutum. Propter premissa et quodlibet premissorum petit igitur procur. nomine quo supra, ut ipsum dominum Jacobum cum dominis meis remittatis ad ordinarios Judices et ad locum dominis meis tutum et accessibilem. Hec proponit excipiendo, aliis juris beneficiis semper sibi salvis, petens ipsum dominum Ja. super expensis factis et contractis condempnari, de quibus protestatur.

Einen Nachklang der Aufregung, welche, wie Wusterwitz zum Jahre 1414 berichtet, durch die von den Quitzows ausgesandten Brandstifter erregt war, finden wir in einer Urkunde, welche, wenn das Datum richtig ist, wegen des Sonntagsbuchstaben in das Jahr 1421 fallen muss (170 f. 286). Freilich kommen auch sonst Drohungen mit und Verhaftungen aus Verdacht der Brandstiftung häufig genug vor, so dass wir nicht gerade an die Quitzows zu denken genöthigt sind. Ob in diesem Falle der Verhaftete schuldig war, wissen wir nicht; von seinen beiden Fürsprechern wird Hans Somer oder Sommer von 1423 bis 1436 sehr häufig in Urkunden erwähnt als kurfürstlicher Rath, Protonotar und endlich Dechant in Stendal. Die Urkunde lautet:

Anno dom. etc. Pontificatus Sanctissimi in Christo etc. dominica post festum Gregorii que fuit xvj dies mensis Marcii, hora vesperarum vel quasi, Discreti viri Petrus Ketczeller, Hans Somer, in presencia dominorum consulum ambarum civitatum Brand. humiliter supplicaverunt pro quodam dicto Heyne Vorspreke, quem predicti consules propter metum incendii de quo specialiter fuerunt muniti (l. moniti), capi fecerunt et eum in cellario civitatis in cippum generalem et in turri civitatis per aliquot tempus detineri fecerunt. Qui quidem consules attendentes supplicaciones prefatrum discretorum virorum predictum Heyne Vorspreke benivole abire fecerunt, Tali condicione adjecta quod idem Heyne Vorspreke aut aliquis suorum amicorum nunc et in posterum pro ista detencione agere (non) intenderet quovis modo, Set domino Marchione (l. Marchioni et), dominis consulibus ambarum civitatum cum omnibus eorum subditis suis viribus in omnibus licitis et honestis servire. Quod votum ipse suo confirmavit juramento Et cum eo Katherina uxor ejus legittima, quod nulla racione hoc volunt votum infringere. Et istius voti fidejussores sunt prefecti viri Petrus Kotzeller, Hans Samer (sic),

hoc firmum et ratum perpetuis temporibus servandum. Super quo facto idem consules requisierunt N. rectorem scholarium et publicum notarium, ut eis super hiis unum vel plura si opus esset conficeret publicum vel publica instrumenta.

Acta sunt hec in consistorio infra ambas civisates Brand. Presentibus etc.

In demselben Jahre 1421 wurde der Bischof Johannes zum Bisthum Lebus berufen, verzichtete bald darauf auf Brandenburg, und starb schon 1423. Noch als Bischof von Brandenburg finden wir ihn neben dem Kurfürsten Friedrich und dem Herzog Bernhard von Braunschweig erwähnt als Fürbitter für die von Veltheim, welche die Brandenburger Kirche geschädigt hatten. Das Interdict wurde aufgehoben, aber da keine Genugthuung erfolgte, erneut. Aus diesen Händeln hat sich unter der Aufschrift 'Innotificacio processuum priorum' folgendes, noch bei Lebzeiten des Bischofs Johannes erlassenes Mandat (169 f. 235[b]) erhalten:

Talis. Judex et Subconservator juris, jurisdiccionis, libertatum, privilegiorum, rerum et bonorum Venerabilium et religiosorum virorum dominorum . . prepositi, . . prioris et Capituli ecclesie Brand. ord. Prém. a Venerabili viro domino Johanne de Waldow Archidiacono Lubucensi in forma 'Militanti ecclesie' etc. a sede apostolica principaliter deputato Subdeputatus Universis presbiteris curatis et non curatis, divinorum, altarium seu cappellarum rectoribus, Tabellionibus, notariis publicis et clericis quibuscunque per et infra Magd. Halberstad. Hild. Verd. et Havelbergensem civitates et dioc. ubilibet constitutis, presentibus requisitis, Salutem et sinceram in domino caritatem, Et mandatis hujuscemodi nostris ymmoverius apostolicis firmiter obedire ac infrascriptis fidem adhibere creditivam.

Quamquam dudum validos famulos A. B. C. sum suis in hac parte conplicibus ad instanciam dictorum venerabilium dominorum prepositi . . prioris et Capituli memorate ecclesie Brand. memorate per . . antecessorem nostrum rite excommunicatos et interdictos, ob spem amicabilis conposicionis ob interventum primo Illustris principis et domini d. Friderici Marchionis Brand. et reverendi patris d. Johannis tunc Brand. nunc vero Lubucensis episcopi, et demum ad instantem peticionem Illustris principis ac domini d. Bernhardi ducis Brunsewicensis et aliorum plurimorum diversorum diversis temporibus ab hujusmodi execucionis sentencia absolvimus, Interdictum ipsum ad certum tempus relaxando, Quia tamen dicti A. B. C. et eorum conplices infra terminum vel terminos ipsis ut premittitur prefixum vel prefixos, se cum

narios suos, cum sit clericus Brand. dioc. ad quod quilibet clericus tenetur juxta statuta ejusdem dioc. cum ordinarii ibidem nuncquam fuerunt nec hodie sunt in justicia facienda negligentes set parati sunt in justicia reddenda. Et satis est locum Lypz dominis meis non esse tutum. Propter premissa et quodlibet premissorum petit igitur procur. nomine quo supra, ut ipsum dominum Jacobum cum dominis meis remittatis ad ordinarios Judices et ad locum dominis meis tutum et accessibilem. Hec proponit excipiendo, aliis juris beneficiis semper sibi salvis, petens ipsum dominum Ja. super expensis factis et contractis condempnari, de quibus protestatur.

Einen Nachklang der Aufregung, welche, wie Wusterwitz zum Jahre 1414 berichtet, durch die von den Quitzows ausgesandten Brandstifter erregt war, finden wir in einer Urkunde, welche, wenn das Datum richtig ist, wegen des Sonntagsbuchstaben in das Jahr 1421 fallen muss (170 f. 286). Freilich kommen auch sonst Drohungen mit und Verhaftungen aus Verdacht der Brandstiftung häufig genug vor, so dass wir nicht gerade an die Quitzows zu denken genöthigt sind. Ob in diesem Falle der Verhaftete schuldig war, wissen wir nicht; von seinen beiden Fürsprechern wird Hans Somer oder Sommer von 1423 bis 1436 sehr häufig in Urkunden erwähnt als kurfürstlicher Rath, Protonotar und endlich Dechant in Stendal. Die Urkunde lautet:

Anno dom. etc. Pontificatus Sanctissimi in Christo etc. dominica post festum Gregorii que fuit xvj dies mensis Marcii, hora vesperarum vel quasi, Discreti viri Petrus Ketczeller, Hans Somer, in presencia dominorum consulum ambarum civitatum Brand. humiliter supplicaverunt pro quodam dicto Heyne Vorspreke, quem predicti consules propter metum incendii de quo specialiter fuerunt muniti (l. moniti), capi fecerunt et eum in cellario civitatis in cippum generalem et in turri civitatis per aliquot tempus detineri fecerunt. Qui quidem consules attendentes supplicaciones prefatrum discretorum virorum predictum Heyne Vorspreke benivole abire fecerunt, Tali condicione adjecta quod idem Heyne Vorspreke aut aliquis suorum amicorum nunc et in posterum pro ista detencione agere (non) intenderet quovis modo, Set domino Marchione (l. Marchioni et), dominis consulibus ambarum civitatum cum omnibus eorum subditis suis viribus in omnibus licitis et honestis servire. Quod votum ipse suo confirmavit juramento Et cum eo Katherina uxor ejus legittima, quod nulla racione hoc volunt votum infringere. Et istius voti fidejussores sunt prefecti viri Petrus Kotzeller, Hans Samer (sic),

Der Nachfolger des Bischofs Johannes war der Domprobst Stephan Bodeker, von dessen langem Pontificat (1422—1459) Gercken viel zu berichten fand, namentlich auch von den gelehrten Schriften, welche er verfasst hat[1]. In den bisher benutzten Sammlungen kommt er jedoch nicht mehr vor; nur aus den ersten Jahren seines Vorgängers findet sich 170 f. 263 b ein von ihm als dessen Vicarius in spiritualibus ausgestelltes 'Indultum absencie', wie sie vorzüglich zum Zweck der Studien bewilligt zu werden pflegten:

> Stephanus Bodeker reverendi in Christo patris et domini nostri, domini Johannis Electi et provisi Eccl. Brand. in spiritualibus vicarius generalis, Discreto domino Nicolao Schonenvelt plebano in C. salutem in domino. Ut ab ecclesia tua predicta C. dummodo per idoneum presbiterum eadem ecclesia gubernetur, per quem populus ibidem in ecclesiasticis sacramentis non defraudetur et dotis structura in esse conservetur, abesse possis, Juribus domini nostri Brand. in omnibus salvis, tibi favorabiliter indulgemus. Presentibus post biennium minime valituris. Dat. Berlin etc.

Zwei nicht unwichtige Urkunden sind verbraucht zu dem Einband des Cod. Lat. fol. 164, beschnitten, so dass der Schluss der Zeilen fehlt, jedoch grossentheils völlig verständlich. Sie bezeugen uns die eifrig kirchliche Gesinnung des Churfürsten Friedrich, auf dessen Betrieb im Minoritenkloster zu Brandenburg die strenge Observanz eingeführt wurde, wovon ich sonst keine Spur finden konnte. Und doch ist die Thatsache nicht ohne Bedeutung, wenn wir uns der erschreckenden Schilderung erinnern, welche Bischof Stephan (bei Gercken) von dem sittlichen Verfall seines Clerus entwirft. Die Urkunde ist ein Transsumt und enthält zuerst ein Privileg des Papstes Martin V. vom 30. April 1423, durch welches dieser auf Ansuchen des Churfürsten die von seinem Legaten, als er[2] dort anwesend war, verliehenen Vorrechte bestätigt, wenn der Domprobst, welcher mit der Prüfung beauftragt wird, die Sachlage entsprechend befinden würde. Das zweite Privileg ist von Heinrich von Beaufort, dem Cardinal von England, unter dessen Leitung 1428 am 30. November zu Frankfurt der Kreuzzug gegen die Hussiten beschlossen und Churfürst Friedrich der Oberbefehl übertragen wurde. Da die Urkunde am 9. Januar zu Heidelberg ausgestellt ist, so würde man geneigt sein, sie in diese Zeit zu setzen, doch scheint es unverkennbar zu sein, dass es eben diejenige ist, welche in Martin's V. Bulle bestätigt wird, und sie gehört also in eine frühere Zeit. Von einem Aufenthalt des Cardinals in der Mark Brandenburg finde ich sonst keine Spur. Zu vollständiger Mittheilung sind die Urkunden zu weitläufig;

der Zweck ist, die Observanten von jeder Beeinträchtigung durch die Minoriten zu befreien. Sie wählen sich von drei zu drei Jahren einen Vicar, der dem Minister provincialis präsentirt werden muss, aber auch ohne dessen Zustimmung sein Amt antritt und ganz selbständig ist. Vorgelegt wurden die Urkunden durch den Procurator des Convents, Paulus, Caplan und Commissar des Cardinals Jordanus de Ursinis, des Protectors der Franciskaner bei der Curie, und des Churfürsten Friedrich. Die zweite Urkunde, auf dem Vorderdeckel der Handschrift, bietet uns zuerst den Schluss einer Statutenvorschrift für die Observanten vom 6. August 1429, vielleicht das Resultat des dem Domprobst ertheilten päpstlichen Auftrages, merkwürdig auch dadurch, dass unter den Zeugen Meister ENGELBERT erscheint, einfach als Kleriker bezeichnet, aber wegen des Magistertitels und der bevorzugten Stellung sicher der bekannte WUSTERWITZ (magistro Engelberto clerico, Jaspero Schut . . . . stolp, Jaspero lantin, Nicolao falkinberg, Michaele schumeker, proconsulibus et consulibus veteris civitatis Brandenburgensis): sodann einen bischöflichen Schutzbrief vom 11. October desselben Jahres. Der Anfang der Zeilen ist vollständig, am Schluss derselben starke Lücken, bei den beiden ersten Zeilen am grössten. Von einer Unterschrift oder Besiegelung findet sich keine Spur, und es wird also ein bei der Ausfertigung verunglücktes Exemplar sein. Als Urheber des in Form eines öffentlichen Instruments ausgestellten Privilegs wird der Notar Petrus genannt, als Zeuge der Pleban der Altstadt Brandenburg, Johannes Makewit. Wir schliessen hieran einen Brief des Lectors im Minoritenconvent zu Frankfurt a. O. JOHANN WICHEMAN (174 fol. 113[b]), den dieser während einer Sedisvacanz an einen R(everendus) M(agister?) richtete, um für die Privilegien seines Ordens einzutreten, und einen Conventualen als Prediger und Beichtiger zu präsentiren.

Cum omni reverencia et sinceritate paratum animum semper ad singula beneplacita.

Reverende M. Desiderio affectarem vestram reverenciam personaliter visitare et cordis desiderium oretenus pandere, Set cottidianis quasi sermonibus occupatus pro presenti id perficere non sufficio, unde quod ore explicare non valeo, litteraliter explicabo. Intellexi rumoribus veridicis quendam de fratribus congregacionis mee ad supplicacionem quorundam rusticorum ad conparendum vestre reverencie citatum. de quo mirari non sufficio, tum quia omnis religiosus virtute sue professionis voluntatem ligatam habet nec sine suorum prelatorum beneplacito quicquam attemptare presumit. unde pocius prelati citandi forent ad respondendum pro suis subjectis quam subditi, tum eciam quia ex certis et firmis privi-

legiis Romanorum pontificum, ut sufficienter probare valeo, a singulis vexacionibus quorumcunque prelatorum exempti sumus. Unde existimo quod ad conparendum in presenti negocio minime obligati sumus. Quapropter R. M. cum omni reverencia supplico, quatenus propter dominum deum et amorem mei, intuituque justicie, presentis citacionis execucionem suspendere velitis, ipsosque rusticos ad patres nostri conventus remittere, ubi sine dubio optatam sui negocii invenire debent discussionem, ne forte, si de cetero ulterius contra jura et privilegia nostra aliquid attemptare presumpserint, cogerer ipsis vicem vexacionis rependere.

Ceterum R. M. vestre reverencie sede vacante uti generali vicario in spiritualibus secundum decretalem d. Clem. Super cathedram de sepulturis, predilectum in Christo fratrem Thomam Trist velud ydoneum et sufficientem ad predicandum verbum dei et ad audiendas confessiones christifidelium sibi confiteri volencium presencium ostensorem offero et presento, flagitans obnixe ut eundem paterne in cappellanum velitis acceptare eique secundum ejusdem decretalis tenorem ad hujusmodi negocia facultatem tribuere, pro quibus omnibus et similibus me ipsum offero in cunctis conplacere.

Scriptum velocissime in die concepcionis virginis gloriose. Parcatis obsecro incuriositati dictaminis quia brevitas temporis aliorumque occupacio me ad varia distractum reddidit

frater Johannes Wicheman ord. min.
lector conventus Frankenford.
semper vester in omnibus.

In derselben Handschrift findet sich Bl. 113 ein sehr flüchtig geschriebenes und lückenhaftes Concept eines vom Baseler Concil aus, vermuthlich 1437, an den Bischof, wie es scheint, gerichteten Briefes. Der Schreiber ist mit den Beschlüssen des Concils sehr unzufrieden (res gravissimas celeri expedicione precipites agunt) und bemerkt am Schlusse: 'Relatum insuper cepi, qualiter Sanctissimus dominus noster hujusmodi monitorio et, ut verius dicam, libello defamatorio exacerbatus xviii mensis Septembris Concilium dissolvit etc.'

Einen leiblichen Bruder des Bischofs Stephan Bodeker, Namens Liborius, lernen wir aus einem Schreiben (Bl. 113^b) vom Jahre 1439 kennen, durch welches der Bischof ihn für Verhandlungen bevollmächtigt, die von Wichtigkeit zu sein scheinen, uns aber leider unbekannt bleiben.

Aus dem Havelberger Sprengel haben sich im Cod. lat. in fol. 220 f. 169^b ff., zwei Schriftstücke erhalten, welche sich auf eine Heimsuchung durch die Pest beziehen; das zweite von WEDEGO, der

der Zweck ist, die Observanten von jeder Beeinträchtigung durch die Minoriten zu befreien. Sie wählen sich von drei zu drei Jahren einen Vicar, der dem Minister provincialis präsentirt werden muss, aber auch ohne dessen Zustimmung sein Amt antritt und ganz selbständig ist. Vorgelegt wurden die Urkunden durch den Procurator des Convents, Paulus, Caplan und Commissar des Cardinals Jordanus de Ursinis, des Protectors der Franciskaner bei der Curie, und des Churfürsten Friedrich. Die zweite Urkunde, auf dem Vorderdeckel der Handschrift, bietet uns zuerst den Schluss einer Statutenvorschrift für die Observanten vom 6. August 1429, vielleicht das Resultat des dem Domprobst ertheilten päpstlichen Auftrages, merkwürdig auch dadurch, dass unter den Zeugen Meister Engelbert erscheint, einfach als Kleriker bezeichnet, aber wegen des Magistertitels und der bevorzugten Stellung sicher der bekannte Wusterwitz (magistro Engelberto clerico, Jaspero Schut.......... stolp, Jaspero lantin, Nicolao falkinberg, Michaele schumeker, proconsulibus et consulibus veteris civitatis Brandenburgensis); sodann einen bischöflichen Schutzbrief vom 11. October desselben Jahres. Der Anfang der Zeilen ist vollständig, am Schluss derselben starke Lücken, bei den beiden ersten Zeilen am grössten. Von einer Unterschrift oder Besiegelung findet sich keine Spur, und es wird also ein bei der Ausfertigung verunglücktes Exemplar sein. Als Urheber des in Form eines öffentlichen Instruments ausgestellten Privilegs wird der Notar Petrus genannt, als Zeuge der Pleban der Altstadt Brandenburg, Johannes Makewit. Wir schliessen hieran einen Brief des Lectors im Minoritenconvent zu Frankfurt a. O. Johann Wicheman (174 fol. 113^b), den dieser während einer Sedisvacanz an einen R(everendus) M(agister?) richtete, um für die Privilegien seines Ordens einzutreten, und einen Conventualen als Prediger und Beichtiger zu präsentiren.

Cum omni reverencia et sinceritate paratum animum semper ad singula beneplacita.

Reverende M. Desiderio affectarem vestram reverenciam personaliter visitare et cordis desiderium oretenus pandere, Set cottidianis quasi sermonibus occupatus pro presenti id perficere non sufficio, unde quod ore explicare non valeo, litteraliter explicabo. Intellexi rumoribus veridicis quendam de fratribus congregacionis mee ad supplicacionem quorundam rusticorum ad conparendum vestre reverencie citatum, de quo mirari non sufficio, tum quia omnis religiosus virtute sue professionis voluntatem ligatam habet nec sine suorum prelatorum beneplacito quicquam attemptare presumit, unde pocius prelati citandi forent ad respondendum pro suis subjectis quam subditi, tum eciam quia ex certis et firmis privi-

dyocesi divinorum rectoribus. quibus presentes nostre littere diriguntur. Salutem in domino.

Cum infirmitas corporalis nonnunquam ex peccato proveniat, cumque in deo non frustra posite spes precesque nostre. si recte fiant. inefficaces esse non possint. pro dire pestis ingwinarie flagello. quo peccatis nostris exigentibus aulas et tuguria passim subintrante quatimur. avertendo. pluribus priscorum patrum exemplis divinam majestatem. immanitate peccatorum nostrorum graviter offensam. objectu penitencie salutaris placitam reddi paterna sollicitudine cupientes. Vestram caritatem tenore presencium requirimus et monemus. Quatenus universi populi vobis commissi devocionem excitantes. aliquot missas pro peste servandas eisdem indicetis. et suis distinctis diebus vobis conpetentibus una cum processionibus easdem frequenter et sepius. prout devocioni vestre inspiratum fuerit. celebretis et celebrari faciatis. eundem populum quantum in vobis est fideliter adhortantes. Ut singuli per veram contricionem et puram omnium (peccatorum) suorum confessionem. dignam agendo penitenciam cum oracionibus. jejuniis et elemosinis. etsi non omnes communicaverint. saltem quasi ad sacrosanctam eukaristiam tota se devocione studeant preparare: Quatenus eciam si cujusquam taliter preparati adhuc inopina mortalitas caput (l. corpus) preoccupet. tamen spiritus ejus tunc de salute securior ad vitam immortalem liberius valeat evolare. Ut autem fidelium devocio circa premissa magis intendatur et ferveat. Nos de thesauro sancte matris ecclesie spiritualibus sumptis muneribus. Omnibus vere penitentibus. qui processioni interfuerint, missam audierint vel communicaverint. pro singulis illorum actuum. de omnipotentis dei misericordia et beatorum Petri et Pauli apostolorum auctoritate Necnon sanctorum Laurencii et Constantii meritis confisi. Quadraginta dies de injunctis sibi penitenciis misericorditer relaxamus. Dat. etc.

Als drittes Stück reiht sich daran die offenbar von demselben Hermann Wulff, der das erste Mandat erlassen hat, vermuthlich dem Vicarius in spiritualibus, vorgeschriebene Untersuchung und Rechtfertigung für einen Priester, in dessen Behausung ein vom Gericht verurtheiltes Weib Unfug getrieben hatte

Hermannus etc. Venerabili viro domino Johanni Groten, preposito Ecclesie Brodensis, Salutem in domino.

Noveritis quod dominum H. perpetuum vicarium in Brand. ejus occasione, quod quandam mulierem sub apparencia sanctitatis maliciam suam palliantem. et mentes hominum utriusque sexus multipliciter ludificantem. postea detecta falsitate secundum

von 1460 bis 1487 Bischof war. Das erste lehrt uns den Aberglauben kennen, welcher die Bevölkerung verführte, einen Leichnam, der für schuldig an dem Sterben gehalten wurde, auszugraben und ihm den Kopf abzuhauen: da der Stadtrath (von Wittstock?) vorgeladen wird, scheint die That von der Obrigkeit selbst ausgeführt zu sein. Die geistliche Autorität verdammt sie verständiger Weise. Der Text lautet:

In pestilencia vel post eam contra exhumantes defunctos et eorum capita detruncantes.

Hermanus Wulff, Reverendi in Christo patris etc. Vobis, domino plebano in tali loco ceterisque presentibus communiter et divisim requisitis Salutem in domino.

Evidencia patrati sceleris, que clamore non indiget accusatoris, ad nos perduxit, quod vestri in dicta W. parrochiani a spiritu sathane in angelum lucis se transfigurante subversi et captivi tenentur, ut relicto creatore suo dyaboli suffragia querant. Tantaque ebetudine dementes facti et maleficiis ac illusionibus magicis depravati, salutem et resolucionem humani corporis ac flagellum pestis, quod justo dei judicio peccatis nostris exigentibus paciuntur, non in omnipotenti deo, qui percutit et sanat, occidit et vivere facit, set in cadavere jam in terre matris gremio quiescente, constituta putantes, nuper animo et intencione contra pestem sibi de cetero providendi, corpus exanime cujusdam defuncti, quod inter alia per eos exhumata homines mortificare et devorare credebant, injuriis lacessentes, caput ejusdem cum fossorio detruncarunt. Tantam igitur eorum fatuitatem et vesaniam, ortodoxe fidei repugnantem totamque gentem in cachinnum non inmerito provocantem, ex debito officii nostri dissimulare non valentes, Vobis mandamus. Quatenus peremptorie publice de ambone citetis proconsules et consules ibidem, ac omnes alios et singulos, qui dictum maleficium fecerunt, facientibus opem tulerunt sive mandaverunt, factum ratum habuerunt, aut alias quoquomodo in id consenserunt. Quos et nos presentibus sic citamus Ut secunda feria proxima post tale festum coram nobis Witstok in Judicio legittime conpareant. Ad recognoscendum suum errorem et subciendum se correctioni condigne. Alioquin contra eosdem rigidius, prout de Jure poterimus, procedemus. Dat.

Höchst wahrscheinlich aus Anlass derselben Pest verordnete der Bischof Wedego Processionen in Verbindung mit Fasten und guten Werken, und verlieh den Theilnehmern Ablass. Das Mandat lautet:

In pestilencia exhortacio quedam.

Wedego dei gracia etc. Universis et singulis in nostra

Über ein Verfahren elektrische Widerstände unabhängig von Zuleitungswiderständen zu vergleichen.

Von F. Kohlrausch
in Würzburg.

(Vorgelegt von Hrn. von Helmholtz in der Sitzung am 29. März [s. oben S. 321].)

Wenn die Bedeutung der obigen Aufgabe im Allgemeinen schon nicht näher begründet zu werden braucht, so erscheint dies um so weniger nöthig in einem Augenblicke, in welchem die Copirung von Quecksilberwiderständen von erhöhter Bedeutung ist. Diese Arbeit würde durch eine von Übergangswiderständen ganz unabhängige Vergleichsmethode in mehrfacher Hinsicht erleichtert werden, sowohl was die Gestalt und die Dimensionen der Quecksilbersäule als was das Material der Elektroden betrifft.

Ausser den elektrostatischen Methoden, welche für die feinsten Widerstandsmessungen nicht empfindlich genug sind, arbeitet meines Wissens nur das von Matthiessen und Hockin auf kurze Drähte angewandte sinnreiche Verfahren von Übergangswiderständen ganz unabhängig. Aber auch hier dürfte die für fundamentale Aichungen geforderte Genauigkeit kaum zu erreichen sein, da zur Messung Hülfsgrössen eingeschoben werden und da die Beobachtungen aus mehreren Theilen bestehen, welche verschiedene Manipulationen und Zeit beanspruchen.

Die von W. Thomson gegebene werthvolle Modification der Wheatstone'schen Brücke für kleine Widerstände lässt den Einfluss von Zuleitungswiderständen bekanntlich sehr klein werden. Dieselben Dienste kann, wie Hr. Kirchhoff gezeigt hat, in einfacherer Weise das Differentialgalvanometer leisten, wenn man die Multiplicatoren gegen- und hintereinander schaltet. Hr. Kirchhoff hat dabei ein Verfahren entwickelt und angewandt, welches mit einfachen Mitteln sogar ungleiche sehr kleine Widerstände mit einander scharf vergleichen lässt.[1]

[1] G. Kirchhoff, Monatsber. d. Berl. Akad. 1880, S. 601 und Wied. Ann. 13, S. 410. Vergl. auch Dieterici, Wied. Ann. 16, S. 234, 1882. Auf die Hintereinanderschaltung hat unter anderen Gesichtspuncten zuerst Heaviside hingewiesen. Phil. Mag. (4) 45 p. 245, 1873.

leges patrie judicatam et condempnatum, eo tempore quo maleficia talia et falsitates perpetravit, in domo sua collegit. fovit et hospitavit, apud bonos et graves suspectum et infamatum. ad judicium nostrum citari fecimus, qui coram nobis apparens innocenciam suam super premissis constanter allegavit. Unde canonicam purgacionem sexta manu faciendam eidem indiximus. quam facere se paratum obtulit. Ideo mandamus Quatenus in presencia presbiterorum et pociorum loci illius vice nostra adicto domino Hynrico purgacionem recipiatis in tali forma: Quod ipse d. Hinricus tactis sacrosanctis scripturis juret juramentum veritatis super memorato articulo, videlicet quod penitus ignoravit falsitates et maleficia, prout postea detecta fuerant per ipsam mulierem in domo sua committi, neque eis quoquomodo consilium aut favorem prestando umquam consenserit. Quinque vero conpurgatores presbiteri, si haberi possint, alioquin alii viri idonei de vita et moribus dicti d. H. sufficientem noticiam habentes, fide digni, quos eciam hujusmodi non tangit negocium, jurare debent eciam ad sancta dei ewangelia juramentum credulitatis, Videlicet quod credunt dictum d. Hinricum falsitates et maleficia, dum in domo sua per supradictam mulierem fierent, penitus ignorasse, neque eis umquam consensisse, set quantum ad illam causam omnino innocentem esse et fuisse.

Quicquid in premissis actum fuerit, nobis infra hinc et feriam quartam post Bartholomei liquide rescribentes, super quibus conscienciam vestram oneramus. Dat. etc.

Damit mag es nun für jetzt dieser Mittheilungen genug sein. Möglich, dass bei weiterer Durchforschung der Handschriften sich noch neuer Stoff findet, doch ist diese Gruppe zunächst erschöpft. soweit sie für den vorliegenden Zweck verwendbar erschien.

Fig. 2.



welche vorher die inneren bildeten, die äusseren werden und umgekehrt, so dass jetzt auch die Übergangswiderstände α und β' von ihrer äusseren Lage nach innen kommen und umgekehrt. Wir nehmen an, dass wir einen der Widerstände, z. B. r um kleine bestimmte Beträge abändern können (vergl. unter 4). Es sei jetzt derjenige Widerstand, welcher mit w zusammen den Ausschlag Null der Nadel ergibt, gleich r_1. Dann ist wie oben

$$\frac{w+\gamma}{r_1+\gamma} = \frac{W+\gamma+\beta+\beta'}{W+\gamma+\alpha+\alpha'}. \qquad \text{II.}$$

Aus I. und II. folgt unter Wegfall aller Übergangswiderstände

$$w+\gamma = \sqrt{(r+\gamma)(r_1+\gamma)}.$$

Sind nun r und r_1 nur wenig verschieden, so kann man anstatt des geometrischen Mittels das arithmetische nehmen und hat

$$w = \frac{1}{2}(r+r_1).$$

(Der dabei begangene relative Fehler beträgt $\frac{1}{2}\left(\frac{r-r_1}{r+r_1}\right)^2 = \frac{1}{8}\left(\frac{r-r_1}{w}\right)^2$ und ist, wenn $r-r_1$ etwa $= 0.01\,w$, was ziemlich hoch gegriffen ist, practisch zu vernachlässigen.)

Man hat also in einfachster Weise zwei Bestimmungen mit ausgewechselten Verbindungen vorzunehmen und das arithmetische Mittel gleich dem gesuchten Widerstande zu setzen.

II. Herstellung des Differentialmultiplicators.

Für lange feine Drähte einen constanten Querschnitt zu erzielen, scheint sehr schwierig zu sein, wahrscheinlich weil die Ziehlöcher sich abnutzen. Selbst bei Draht (von OBERMAIER in Nürnberg) der angeblich durch Diamantlöcher gezogen war, fanden sich Differenzen des Widerstandes beider Hälften bis gegen 10 Procent.

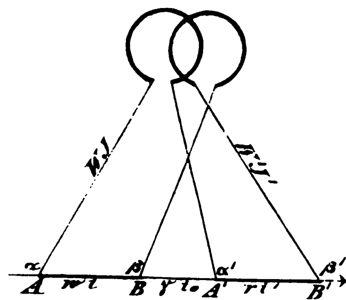
Eine Schwierigkeit erwächst hieraus nicht, denn nach der Herstellung des Doppelmultiplicators verbindet man mit dem einen Theile constant einen ausgleichenden Widerstand in Gestalt einer bifilar gewickelten Rolle aus derselben Drahtsorte (vergl. noch unten).

Was zweitens die Gleichheit der Wirkungen desselben Stromes in beiden Hälften auf die Nadel betrifft, so ist diese genügend nahe zu erreichen, wenn man in bekannter Weise die beiden Drähte mit einander auf den Rahmen auflaufen lässt. Weil bei raschem Wickeln

Die vorliegende Mittheilung betrifft eine äusserlich geringfügige Abänderung der Hintereinanderschaltung des Doppelmultiplicators, welche man den übergreifenden Nebenschluss nennen kann und durch welche nun die Zuleitungswiderstände vollkommen eliminirt werden. Das Verfahren arbeitet sehr rasch und genau. Man wird unten ein Beispiel finden, in welchem sehr kleine Widerstände mit einer Genauigkeit bis auf Hunderttausendtel ihres Betrages, nämlich bis auf Zehnmilliontel der Siemens'schen Einheit verglichen werden.

I. Widerstandsvergleichung mittels übereinandergreifender Abzweigungen durch das Differentialgalvanometer.

Fig. 1.



Wir schalten die zu vergleichenden Widerstände w und r zwischen A und B bez. A' und B' in dieselbe Stromleitung ein. Abzweigungen dieses Hauptstromes werden in entgegengesetzter Richtung durch die beiden Hälften eines Differentialmultiplicators von grossem Widerstande geführt, aber so, dass die Anfangspuncte A und A' des Stromes in beiden Widerständen mit dem einen, die Endpuncte B und B' mit dem anderen Multiplicator verbunden seien, so dass also das Verbindungsstück BA' auf beiden Seiten mit gemessen wird.

Der Widerstand dieses Mittelstückes heisse γ, derjenige der Multiplicatorhälften bez. W und W'; $\alpha\,\beta\,\alpha'\,\beta'$ seien die unbekannten Übergangswiderstände. Die Stromstärken in w, γ und r mögen i, i_0 und i' heissen, diejenigen in den Multiplicatoren J und J'.

Setzen wir zunächst die beiden Multiplicatoren bezüglich ihres Widerstandes $W = W'$ und ihrer Lage gegen die Nadel als ganz gleich voraus: dann sagt die Ruhe der Nadel bei dem Stromschluss aus:

$$J = J' \quad \text{also auch } i = i'\text{; ferner:}$$

$$wi + \gamma i_0 = (W + \alpha + \alpha')J; \quad ri + \gamma i_0 = (W + \beta + \beta')J$$

worin

$$i_0 = i - J.$$

Hieraus findet sich

$$\frac{w + \gamma}{r + \gamma} = \frac{W + \gamma + \alpha + \alpha'}{W + \gamma + \beta + \beta'}. \qquad \text{I.}$$

Nun werden die Verbindungen so vertauscht aber ohne an den Zuleitungen zu den Multiplicatoren etwas zu ändern, dass die Puncte,

Fig. 2.

welche vorher die inneren bildeten, die äusseren werden und umgekehrt, so dass jetzt auch die Übergangswiderstände α und β' von ihrer äusseren Lage nach innen kommen und umgekehrt. Wir nehmen an, dass wir einen der Widerstände, z. B. r um kleine bestimmte Beträge abändern können (vergl. unter 4). Es sei jetzt derjenige Widerstand, welcher mit w zusammen den Ausschlag Null der Nadel ergibt, gleich r_1. Dann ist wie oben

$$\frac{w+\gamma}{r_1+\gamma} = \frac{W+\gamma+\beta+\beta'}{W+\gamma+\alpha+\alpha'}. \qquad \text{II.}$$

Aus I. und II. folgt unter Wegfall aller Übergangswiderstände

$$w+\gamma = \sqrt{(r+\gamma)(r_1+\gamma)}.$$

Sind nun r und r_1 nur wenig verschieden, so kann man anstatt des geometrischen Mittels das arithmetische nehmen und hat

$$w = \frac{1}{2}(r+r_1).$$

(Der dabei begangene relative Fehler beträgt $\frac{1}{2}\left(\frac{r-r_1}{r+r_1}\right)^2 = \frac{1}{8}\left(\frac{r-r_1}{w}\right)^2$ und ist, wenn $r - r_1$ etwa $= 0.01\,w$, was ziemlich hoch gegriffen ist, practisch zu vernachlässigen.)

Man hat also in einfachster Weise zwei Bestimmungen mit ausgewechselten Verbindungen vorzunehmen und das arithmetische Mittel gleich dem gesuchten Widerstande zu setzen.

II. Herstellung des Differentialmultiplicators.

Für lange feine Drähte einen constanten Querschnitt zu erzielen, scheint sehr schwierig zu sein, wahrscheinlich weil die Ziehlöcher sich abnutzen. Selbst bei Draht (von Obermaier in Nürnberg) der angeblich durch Diamantlöcher gezogen war, fanden sich Differenzen des Widerstandes beider Hälften bis gegen 10 Procent.

Eine Schwierigkeit erwächst hieraus nicht, denn nach der Herstellung des Doppelmultiplicators verbindet man mit dem einen Theile constant einen ausgleichenden Widerstand in Gestalt einer bifilar gewickelten Rolle aus derselben Drahtsorte (vergl. noch unten).

Was zweitens die Gleichheit der Wirkungen desselben Stromes in beiden Hälften auf die Nadel betrifft, so ist diese genügend nahe zu erreichen, wenn man in bekannter Weise die beiden Drähte mit einander auf den Rahmen auflaufen lässt. Weil bei raschem Wickeln

die Drähte gern etwas aus einander laufen, wodurch also zwei Multiplicatoren entstehen würden, welche gegen einander verschoben sind, so gebraucht man die Vorsicht, in regelmässigen Intervallen, d. h. nach je einigen hundert Umwindungen, die Drahtrollen, von denen man abwindet, in Bezug auf links und rechts auszuwechseln.

Hr. Dr. Strecker hat so ohne Mühe einen Doppelmultiplicator aus 0.15^{mm} dickem doppelt besponnenen Kupferdraht von zweimal 3000 Windungen hergestellt, der keinen merklichen Contact zwischen beiden Theilen besass und dessen eine Hälfte nur etwa um $^1/_{200}$ stärker auf die Nadel wirkte als die andere. Rahmen und Nadel sind angeordnet, wie ich vor kurzem beschrieben habe.[1]

Nimmt man sich zu dem Aufwinden Zeit, so kann man die Gleichheit noch weiter treiben. Es ist dies aber nicht nöthig, denn man kann die Ausgleichung durch den Widerstand vornehmen. Hierin zeigt sich ein fernerer Vortheil der Anordnung des Differentialgalvanometers von grossem Widerstande als Nebenschliessung.

Denn unsere Aufgabe ist, dass der Doppelmultiplicator keinen Ausschlag gebe, wenn die Potentialdifferenz an beiden Paaren von Endpuncten gleich gross ist. Um dem Instrument diese Eigenschaft zu geben, verzweigen wir also den Strom einer Säule direct durch beide Hälften in entgegengesetztem Sinne und fügen der einen Hälfte so viel Widerstand hinzu, dass der Ausschlag Null wird.

Streng genommen darf man die Angaben eines so justirten Differentialmultiplicators nur dann als richtig ansehen, wenn die zu vergleichenden Widerstände gegen diejenigen der Multiplicatoren verschwinden. Betragen die letzteren übrigens, wie bei uns, etwa 700 Q. E., so würden bei dem oben genannten Unterschied beider Multiplicatorfunctionen um $^1/_{200}$ selbst Stücke von je 10 Q. E. bis auf weniger als 0.001 Q. E. genau bestimmt werden.

Im folgenden soll nun noch nachgewiesen werden, wie man die Fehler, welche von beliebigen aber kleinen Ungleichheiten der Multiplicatoren herrühren, einfach durch den Versuch selbst eliminirt.

III. Elimination von Ungleichheiten des Differentialgalvanometers.

Bei jeder Widerstandsvergleichung lassen sich bekanntlich Ungleichheiten der Anordnung dadurch eliminiren, dass man die zu vergleichenden Widerstände auswechselt, so wie bei einer Doppelwägung

[1] Wied. Ann. 15 S. 554. 1882.

die Gewichte. Die ausgewechselten Widerstände sind gleich, wenn die Einstellung des Galvanometers ungeändert bleibt.

So einfach dieses Verfahren im Princip ist, bieten sich doch bei der Ausführung einige Übelstände. Denn da die Umlegung des Commutators nicht ohne Zeitverlust, nicht ohne Unterbrechung oder einseitige Schlüsse geschehen kann, so handelt es sich thatsächlich nicht nur um eine plötzliche Beobachtung, ob keine Änderung eintritt, sondern man muss zwei Einstellungen beobachten und sehen, ob dieselben gleich sind. Das langweilige Probiren, welches aus der wörtlichen Befolgung dieser Vorschrift entspringt, lässt sich allerdings durch ein Interpolationsverfahren vermeiden. Aber es bleibt ein anderer Übelstand, nämlich der mit diesen Beobachtungen verbundene längere Stromschluss mit seinen Fehlerquellen der Erwärmung. Um diese zu vermeiden habe ich deswegen früher kurze Inductionsstösse constanter Wirkung im Differentialgalvanometer angewandt,[1] was aber zu einer längeren Beobachtungsreihe und Rechnung führte.

Es gewährt daher grossen Vortheil, dass die Nullmethode beibehalten werden kann. Die kleinen Ungleichheiten eliminiren sich nämlich von selbst, indem wir ja bei unserem Verfahren (S. 466, 467 Fig. 1 und 2) nicht nur die Eintritts- und Austrittspuncte des Stromes in die beiden Widerstände w und r, sondern zugleich w und r gegen die beiden Galvanometerzweige auswechseln. Einer der beiden Widerstände, etwa r, möge wie oben kleine bekannte Änderungen gestatten. Über die Anordnung vergl. No. 4.

Bleibt dann die Nadel in Ruhe, wenn neben w das eine Mal r, das andere Mal r_1 eingeschaltet ist, so ist wieder[2]

$$w = \frac{1}{2}(r + r_1).$$

[1] POGG. Annalen 142, S. 418. 1871.

[2] Dies ist für sehr kleine Änderungen ohne weiteres klar; um den zulässigen Betrag der letzteren zu erkennen, wollen wir den vollständigen Ausdruck ableiten.

Die beiden Galvanometerzweige (Fig. 1 S. 466) mögen den Widerstand W bez. $W' = W + \delta$ haben. Die beiden Galvanometerfunctionen mögen im Verhältnisse $1 : 1 + \sigma$ stehen, so dass die Ruhe der Nadel die beiden Stromstärken J und $J(1 + \sigma)$ anzeigt. $\alpha\, \beta\, \alpha'\, \beta'$ seien wieder die zu eliminirenden Übergangswiderstände.

Dann ist also bei der ersten Verbindung

$$(W + \alpha + \alpha')J = wi + \gamma i_0; \quad (W + \delta + \beta + \beta')J(1 + \sigma) = ri' + \gamma i_0,$$

$$\text{wo} \quad i_0 = i - J(1 + \sigma) = i' - J.$$

Hieraus findet man

$$\frac{w + \gamma}{r + \gamma} = \frac{W + \alpha + \alpha' + \gamma(1 + \sigma)}{(W + \delta + \beta + \beta' + \gamma)(1 + \sigma) + r\sigma}. \qquad \text{I.}$$

Nach dem Umschalten wird ebenso erhalten

$$\frac{w + \gamma_1}{r_1 + \gamma_1} = \frac{(W + \delta + \beta + \beta')(1 + \sigma) + \gamma_1}{W + \alpha + \alpha' + \gamma_1 - r_1\sigma}. \qquad \text{II.}$$

IV. Ausführung.

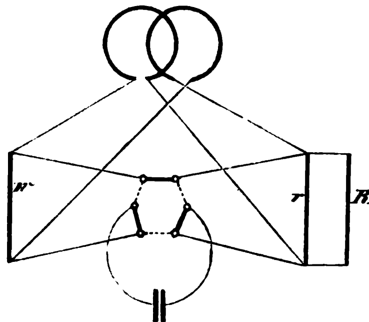


Fig. 3.

1. Commutator. Um die Verbindungen bequem und sicher zu wechseln, dienen sechs Quecksilbernäpfe, von denen man je drei Paare überbrücken kann. Die in der Figur ausgezeichnete Überbrückung lässt die unteren Abzweigungspuncte der Widerstände als äussere auftreten, die punctirte macht dieselben zu inneren. Die beiden Paare von Zuleitungsdrähten zum Commutator hat man von gleichem Widerstande zu nehmen.

2. Die nothwendigen kleinen Abänderungen eines der zu vergleichenden Widerstände bildet man dadurch, dass man an den grösseren von beiden einen gewöhnlichen Stöpsel-Rheostaten R als Nebenschliessung anlegt, so wie z. B. schon Rayleigh gethan hat,[1] wobei vorausgesetzt ist, dass der Betrag von r genähert bekannt sei. Bei der Copirung von Quecksilberwiderständen werden höchstens Stücke von wenigen Einheiten gebraucht werden. Überhaupt wird die Methode vorwiegend auf kleine Widerstände angewandt werden. In diesem Falle reicht die gebräuchliche Form der Stöpsel-Rheostaten bis zu 10000 unter allen Umständen aus; denn wenn durch Zufall eine Ungleichheit von weniger als einigen Zehntausendteln vorläge, so kann

---

Wir haben hier γ_1 statt früher γ gesetzt, also angenommen, dass der Widerstand des Verbindungsstückes sich bei dem Umschalten ändere, um zu untersuchen, wie weit man hierauf Rücksicht nehmen muss.

Multipliciren wir I mit II, so erhält das Product rechts die Form

$$\frac{W+x}{W+x_1}\cdot\frac{W+y}{W+y_1} \quad \text{oder} \quad 1+\frac{x-x_1+y-y_1}{W},$$

insofern $x \ldots$ gegen W klein sind. So bekommen wir einfach

$$\frac{(w+\gamma)(w+\gamma_1)}{(r+\gamma)(r_1+\gamma_1)} = 1+\frac{r_1-r}{W}\sigma.$$

Das Correctionsglied, dessen Zähler das Product aus zwei sehr kleinen Grössen und dessen Nenner gross ist, wird gegen Eins vernachlässigt und man hat

$$(w+\gamma)(w+\gamma_1) = (r+\gamma)(r_1+\gamma_1).$$

Hieraus findet man unter Vernachlässigung höherer Glieder

$$w = \frac{r+r_1}{2}\left[1-\frac{(r-r_1)(\gamma-\gamma_1)+\frac{1}{2}(r-r_1)^2}{(r+r_1)^2+(r+r_1)(\gamma+\gamma_1)}\right].$$

Setzt man z. B. $r-r_1 = 0.01$, $\gamma-\gamma_1 = 0.01$, $w = 1$, so beträgt das Correctionsglied weniger als $^1/_{20000}$.

[1] Phil. Trans. Roy. Soc. 1882 II, p. 679.

man durch eine kleine Temperaturänderung von einem der Vergleichsstücke nachhelfen.

3. Anwendung auf Quecksilberwiderstände. Wenn es gelingt in die Glasröhre, ohne Beeinträchtigung ihrer Gestalt, seitlich einen Platindraht oder eine sonstige Zuleitung einzuführen, so kann einfach die mit Quecksilber gefüllte Röhre gebraucht werden, indem man ausserhalb der Platindrähte den Hauptstrom zu- und ableitet. Nimmt man die gewöhnlich gebrauchte Siemens'sche Form, nämlich die Röhre, welche beiderseitig mit den Endpuncten in Gefässe hineinragt, so müssen die Abzweigepuncte nach dem Differentialgalvanometer so weit von der Röhrenmündung abstehen, dass einige Millimeter Unsicherheit in der Stellung keinen Einfluss haben. Es hat keine Schwierigkeit, den Widerstand, welcher zwischen der Rohrmündung und der Äquipotentialfläche der Ableitung liegt, hinreichend genau zu schätzen. Haben aber die Hauptelektroden eine Oberfläche von einigen Quadratcentimetern, so kann man ohne merklichen Fehler einfach den Ausbreitungswiderstand des Stromes in das Quecksilbergefäss zu dem Widerstand der Röhre zurechnen.[1] Da Übergangswiderstände herausfallen, so kann man alle Elektroden aus Platin herstellen.

4. Thermoströme. In Bezug auf Fehler durch thermoelektromotorische Kräfte ist die obige Anordnung so günstig wie sie nur sein kann; denn in den zu vergleichenden Widerständen werden die Ströme bei der Umschaltung gewendet, in den Galvanometerzweigen aber behalten sie ihre Richtung bei.

5. Extraströme dagegen würden, wenn man mit momentanem Stromschluss arbeiten will, Schwierigkeiten bieten. Wollte man die Methode also z. B. gebrauchen, um die Spulen, welche zur absoluten Widerstandsbestimmung gedient haben, unmittelbar mit Quecksilber zu vergleichen (was übrigens kaum rathsam wäre), so gibt es kein anderes Mittel, als entweder mit längerem Stromschluss zu arbeiten oder die Spulen aus zwei miteinander gewundenen Drähten bestehen zu lassen, die man dann gegeneinander einschaltet. Diese Trennung des Spulendrahtes empfiehlt sich, wie ich an einem anderen Orte bemerkt habe, allerdings auch aus sonstigen Gründen.[2]

V. Versuche mit Quecksilber.

In der eben beschriebenen Weise wurde der Widerstand w einer Quecksilbersäule mit einem Neusilberdrahte verglichen, welcher selbst

[1] Kirchhoff l. c.; Maxwell, Lehrb. d. Elektr., übers. von Weinstein, I S. 447. 1883.
[2] Wied. Annalen 18 S. 514. 1883.

1.4 Q.E. besass und ein wenig grösser war als der Widerstand der Quecksilbersäule. Die Ausgleichung geschah mit Hülfe eines Stöpsel-Rheostaten, der dem Neusilberdraht als Nebenschluss beigegeben wurde.

Die Beträge dieses Rheostaten, bei denen die Galvanometernadel bei momentanem Stromschluss in Ruhe blieb, sollen mit R bezeichnet werden, dann ist

$$r = \frac{1.4 \cdot R}{1.4 + R}.$$

Um die Übereinstimmung zu prüfen, wurden mehrere Abwechslungen eingeführt:

1. gab ein zweiter Commutator von zwei mal vier Quecksilbernäpfen mit vier überbrückenden Drähten von der Anordnung XII die Möglichkeit, die Galvanometerhälften gegenüber den Widerständen w und 1.4 auszuwechseln. Die beiden Stellungen des letzteren Commutators werden mit A und B bezeichnet, während I und II die beiden Stellungen des Umschalters der Widerstände gegen das Element (1 Smee) bedeuten. Man erhielt so

Temperatur		Commutatoren	R	$\frac{1.4 \cdot R}{1.4 + R}$	$w = \frac{r + r_1}{2}$
Quecksilber	Neusilber				
17°18	18°00	A I	104.9 Q.E.	$r = 1.38156$	1.38324
		A II	128.7 »	$r_1 = 1.38493$	
		B I	128.4 »	$r = 1.38490$	1.38327
		B II	105.4 »	$r_1 = 1.38164$	

2. Man schaltete in die eine Ableitung vom Quecksilber einen Übergangswiderstand von etwa 2 Q.E. ein.

17°13	17°96	A I	128.5 Q.E.	$r = 1.38491$	1.38323
		A II	104.9 »	$r_1 = 1.38156$	
		B I	167.4 »	$r = 1.38839$	1.38328
		B II	88.4 »	$r_1 = 1.37818$	

Die Übereinstimmung ist eine vollständige zu nennen.

3. Im Vorigen fanden die Abzweigungen vom Quecksilber nach dem Differentialgalvanometer mittels Platinblechstreifen von 5^{mm} Breite statt, welche in die Quecksilbergefässe eintauchten. An denselben Ort (etwa mitten zwischen die 4^{qcm} grossen Elektroden und die von diesen letzteren etwa 15^{mm} weit abstehenden Mündungen der Röhren in die Gefässe) wurden statt der Blechstreifen Drahtspitzen gebracht, die aus Glasröhrchen hervorragten. Die hiermit erhaltenen Resultate sind unten mit einem × bezeichnet.

4. Es wurden auch die Stromstärken gewechselt, was ausser auf die Grösse der Ausschläge keinen merklichen Einfluss hatte.

So wurden, theilweise an verschiedenen Tagen, mehrere Versuchsreihen angestellt. ×× bedeutet, dass der künstliche Übergangswiderstand eingeschaltet worden war.

Um der unmittelbaren Vergleichbarkeit willen sollen die gefundenen Resultate mit dem von Hrn. Strecker bestimmten Temperaturcoefficienten 0.00064 des betreffenden Neusilberdrahtes auf gleiche Temperatur (16°) des letzteren reducirt angegeben werden. w_{16} gibt dann die Widerstände der Quecksilbersäule auch bei 16° reducirt mit dem von Rink angegebenen[1] Temperaturcoefficienten 0.00094.

	Temp. des *Hg*	w_t	w_{16}
	t = 18°20	1.3865	1.3837
	18.19	1.3866	1.3837
	17.20	1.3850	1.3834
××	17.20	1.3851	1.3835
	17.18	1.3851	1.3835
××	17.13	1.3850	1.3835
××	14.18	1.3813	1.3836
	14.19	1.3813	1.3836
×	14.18	1.3812	1.3835
×	14.19	1.3811	1.3835
×	14.06	1.3810	1.3835

Die grössten Abweichungen vom Mittel betragen etwa $^1/_{10000}$ des Ganzen und würden vielleicht noch kleiner ausfallen, wenn die Verhältnisse mit aller Sorgfalt vorbereitet werden.

VI. Vergleichung sehr kleiner Widerstände.

Ich habe endlich noch den Versuch gemacht, die Methode auf sehr kleine Widerstände anzuwenden. Dazu dienten drei gleiche Stücke Neusilberdraht von 0.19^{m} Länge, 1.4^{mm} Durchmesser, welche je nahe 0.01 Q. E. darstellten. Diese Drähte waren in je zwei 3.5^{mm} dicke Kupferdrähte von 5^{cm} Länge eingelöthet. Endklemmen führten den Strom in die Kupferdrähte ein; die zu vergleichenden Widerstände waren abgegrenzt durch kleine an die dicken Kupferdrähte seitlich angelöthete dünnere Drähte, von denen aus die Abzweigungen nach

[1] Beiblätter 2 S. 277, 1878.

dem Differentialgalvanometer mit gewöhnlichen kleinen Klemmen stattfanden. Die Stücke sollen mit I II III bezeichnet werden. Sie wurden jedes mit jedem verglichen. Den Strom lieferte ein Smee'sches Element.

Die Beobachtungen wurden übrigens gerade wie früher angestellt. Die Ergebnisse von drei an verschiedenen Tagen ausgeführten Reihen, bei denen alle Verbindungen, nämlich mit dem Commutator, mit dem Galvanometer und mit dem Rheostaten, welcher als ausgleichender Nebenschluss an dem grösseren von beiden Widerständen diente, gewechselt worden sind, folgen unten. Die Stücke befanden sich neben einander in demselben Luftkasten, hatten also jedesmal gleiche Temperatur.

Das Maass für die Genauigkeit wird aus der Übereinstimmung beider Reihen unter einander ersehen. Insofern kleine spontane Änderungen der Drähte oder kleine Unterschiede der Temperaturcoefficienten vorhanden sein könnten, ist eine noch directere Probe für die Genauigkeit in der Annäherung der Summe der drei Unterschiede an den Werth Null gegeben. Beide Proben stellen der Methode ein vorzügliches Zeugniss aus, denn es wurden gefunden in Millionteln der Q. E,

		1. Beob.	2. Beob.	3. Beob.	
I — II	=	+ 1.20	+ 1.26	+ 1.33	$\frac{\text{Q.E.}}{10^6}$
II — III	=	+ 10.98	+ 10.89	+ 10.86	»
III — I	=	− 12.17	− 12.30	− 12.22	»
Summe	=	+ 0.01	− 0.15	− 0.03	$\frac{\text{Q.E.}}{10^6}$

Es wurde also von einem Hundertel der Siemens'schen Quecksilbereinheit mit ziemlicher Sicherheit noch der hunderttausendte Theil bestimmt und zwar ohne irgend eine Schwierigkeit und mit den einfachsten Hülfsmitteln. Grössere Genauigkeiten sind bei Widerstandsbestimmungen unmöglich, denn auch unter den günstigsten Verhältnissen erreichen die Unsicherheiten der Temperatureinflüsse einen solchen Betrag.

Ausgegeben am 19. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1883.

XIX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

19. April. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Curtius.

Hr. Diels las über die exoterischen Reden des Aristoteles. Die Mittheilung folgt umstehend.

Über die exoterischen Reden des Aristoteles.

Von H. Diels.

Die von altersher viel verhandelte Frage nach den ἐξωτερικοὶ λόγοι, auf die sich Aristoteles an sechs Stellen seiner Lehrschriften beruft, könnte nach der zusammenfassenden Beweisführung von Jacob Bernays in seinem trefflichen Buche 'Die Dialoge des Aristoteles' zum Abschluss gekommen zu sein scheinen. Denn nachdem einige gegnerische Stimmen, die ihre frühere Meinung zu retten versuchten, verstummt sind, hat man sich fast allgemein der Auffassung jenes Gelehrten angeschlossen, der unter den exoterischen Reden die eigenen Dialoge des Aristoteles verstand und diese Hypothese mit eben so viel Beredsamkeit als Gelehrsamkeit vertrat. Aber während er mit bewunderungswürdigem Scharfsinn den leisesten Spuren der verschollenen Dialoge nachging, um in ihnen die durch jene Citate angedeuteten Erörterungen wiederzufinden, scheint er nicht mit demselben Erfolge die Interpretation der Stellen selbst, in denen jene Citate vorkommen, gefördert zu haben. Und doch kann man nur auf diesem Wege zu nothwendigen und sicheren Ergebnissen gelangen, während der Nachweis, dass alle jene Citate in den Dialogen ihre passende Ergänzung finden, selbst wenn er in jedem Falle ganz zweifellos gelungen wäre, doch immer nur bis zu einer mehr oder minder problematischen Möglichkeit führen würde. Ich halte daher eine nochmalige eingehendere Interpretation der aristotelischen Stellen für kein überflüssiges Unternehmen. Denn es wird sich dabei herausstellen, dass die Bernays'sche Auffassung an einigen Stellen unmöglich, an den meisten unwahrscheinlich und an keiner nothwendig ist. Dass daher diese Hypothese den Anforderungen, welche man an eine solche stellen muss, nur unvollkommen entspricht, glaube ich mit Sicherheit nachweisen zu können. Ob meine eigene, die ich an ihre Stelle setzen möchte, begründeter ist, muss ich einer unbefangenen Prüfung anheimgeben.

Ich schicke der Betrachtung der einzelnen Stellen eine allgemeine Bemerkung voraus. Gewöhnlich verbindet man mit der vorliegenden Frage die Erörterung der anklingenden Citate ἐν τοῖς ἐκδεδομένοις λόγοις,

τοῖς ἐν κοινῷ γιγνομένοις λόγοις, ἐν τοῖς ἐγκυκλίοις, ἐν τοῖς ἐγκυκλίοις φιλοσοφήμασι. Obgleich ich der Meinung bin, dass mit Ausnahme des zuerst genannten Ausdruckes alle andern nur mit Mühe auf die Dialoge des Aristoteles bezogen werden können, sehe ich doch hiervon vollständig ab, da es sich hier nur um die ἐξωτερικοὶ λόγοι handelt. Um so schärfer aber betone ich die Forderung, dass dieser Ausdruck an allen Stellen, wo er gebraucht ist, eine identische Erklärung finden müsse. Denn die stete Verbindung dieser beiden Worte stellt offenbar einen peripatetischen Terminus dar, der entweder in allen vorkommenden Stellen auf gleiche Weise oder gar nicht erklärt werden darf. Die Genauigkeit des Citierens ist zwar im Alterthum niemals besonders gross gewesen und der Zweifel, ob der Titel einer Schrift oder ihr materieller Inhalt gemeint sei (wie z. B. bei den zweideutigen Citaten ἐν τοῖς φυσικοῖς), kehrt auch bei andern Schriftstellern wieder. Auch dass das Citat ἐν ταῖς ἀνατομαῖς bald auf die entsprechende Schrift des Aristoteles, bald auf wirklich vorgenommene oder vorzunehmende Sectionen sich bezieht, muss zugestanden werden. Aber wir haben in den ἐξωτερικοὶ λόγοι eine durchaus nicht gewöhnliche Verbindung vor uns, die, mag auch ἐξωτερικός und λόγος getrennt für sich die mannigfachsten Bedeutungen zulassen, in ihrer Zusammensetzung einen terminologischen Werth haben, der unmöglich nach Belieben bald so bald so interpretirt werden darf.

Ich gehe aus von der Stelle der Politik VII 1. 1323ᵃ 21 νομίσαντας οὖν ἱκανῶς πολλὰ λέγεσθαι καὶ τῶν ἐν τοῖς ἐξωτερικοῖς λόγοις περὶ τῆς ἀρίστης ζωῆς, καὶ νῦν χρηστέον αὐτοῖς. ὡς ἀληθῶς γὰρ πρός γε μίαν διαίρεσιν οὐδεὶς ἀμφισβητήσειεν ἂν ὡς οὐ τριῶν οὐσῶν μερίδων τῶν τε ἐκτὸς καὶ τῶν ἐν τῷ σώματι καὶ τῶν ἐν τῇ ψυχῇ, πάντα ταῦτα ὑπάρχειν τοῖς μακαρίοις χρή. Bernays war der lebhaftere Ton, in dem die Einleitung zum Idealstaate unverkennbar gehalten ist, nicht entgangen. Er glaubte, diese stilistische Färbung stamme daher, dass das ganze Stück ziemlich unverändert aus einem Dialoge des Aristoteles herübergenommen sei, und diese Übertragung sei eben in dem Citate der ἐξωτερικοὶ λόγοι angekündigt. Dass nun freilich die populärere Fassung des Ausdruckes keineswegs berechtigt, die Entlehnung aus Dialogen anzunehmen und dass auch die Auslegung des strittigen Citates auf die Dialoge nicht für zwingend gelten kann, ist bereits anderweit sattsam bewiesen worden.[1] Aber man darf noch etwas weiter gehen und behaupten, dass die Bernays'sche Erklärung der Politikstelle die denkbar unwahrscheinlichste ist. Dies folgt aus einer vergleichenden Betrachtung der

[1] S. Vahlen, Sitz. d. W. Ak., phil. hist. Cl. 72. Bd. I H. S. 5 ff. Susemihl, Philologus V 674.

Nikomachischen Ethik I 8. Der Zweck dieses Abschnittes ist, die von Aristoteles im c. 6 aufgestellte und analytisch gewonnene Definition der Eudämonie als einer tugendgemässen Seelenenergie (τὸ ἀνθρώπινον ἀγαθὸν ψυχῆς ἐνέργεια γίνεται κατ' ἀρετὴν κτλ. 1098ᵃ 16) inductiv durch Prüfung der herrschenden Ansichten (δοξαστικῶς s. Anal. Pr. I 27. 43ᵇ 8) im Einzelnen zu erhärten oder wenigstens zu erläutern. Diese Absicht kündigt er mit diesen Worten an 1098ᵇ 8 σκεπτέον δὲ περὶ αὐτῆς (εὐδαιμονίας) οὐ μόνον ἐκ τοῦ συμπεράσματος καὶ ἐξ ὧν ὁ λόγος, ἀλλὰ καὶ ἐκ τῶν λεγομένων περὶ αὐτῆς. τῷ μὲν γὰρ ἀληθεῖ πάντα συνᾴδει τὰ ὑπάρχοντα, τῷ δὲ ψευδεῖ ταχὺ διαφωνεῖ. Er beabsichtigt also an das syllogistisch gewonnene Ergebniss (συμπέρασμα) und den Begriff (λόγος) die sonst vorgebrachten Zeugnisse aus dem Sprachgebrauche oder den populären und philosophischen Ansichten vergleichend anzulegen. So wird hier zur Bestätigung der Definition der Eudämonie als Seelenenergie die damals geläufige Dreitheilung der Güter in geistige, körperliche und äusserliche Güter angeführt, von denen man die geistigen am höchsten stelle: νενεμημένων δὴ τῶν ἀγαθῶν τριχῇ καὶ τῶν μὲν ἐκτὸς λεγομένων τῶν δὲ περὶ ψυχὴν καὶ σῶμα, τὰ περὶ ψυχὴν κυριώτατα λέγομεν καὶ μάλιστα ἀγαθά. Die Quelle dieser Trichotomie ist im obigen allgemein als τὰ λεγόμενα bezeichnet. Die Fassung, namentlich das ἐκτός, rührt wohl wie überall bei solchen Referaten von Aristoteles her, aber die Eintheilung selbst ist schon Plato ganz geläufig. So de Legg. III. 697ᴬᴮ διατεμεῖν χωρὶς τά τε μέγιστα καὶ δεύτερα καὶ τρίτα. πρῶτα τὰ περὶ τὴν ψυχὴν ἀγαθὰ ... δεύτερα τὰ περὶ τὸ σῶμα καλὰ καὶ ἀγαθὰ καὶ τρίτα τὰ περὶ τὴν οὐσίαν καὶ χρήματα λεγόμενα, wo namentlich auch die Hervorhebung der geistigen Güter mit der Ethikstelle stimmt. Die übrigen Stellen führt Spengel Commentar zur Rhet. S. 90 an (vergl. Diog. III 80. Rose Ar. pseud. 679, 5. 56). Diese Dreitheilung ist dann von Xenokrates adoptirt worden, dem ja diese Art der διαίρεσις in seinem scholastischen Wesen besonders willkommen war,[1] und bildet überhaupt die stets festgehaltene Grundlage der akademischen Erörterungen über das höchste Gut. Aber auf diese philosophischen Autoritäten kommt es Aristoteles hier nicht in erster Linie an. Das, was ihm hier am Herzen liegt, ist, der bestätigenden Trichotomie einen möglichst weiten Geltungsbereich auch

[1] Zeller II 1. 879 ff. Die Vorliebe für Trichotomie tritt hervor in seiner bekannten Eintheilung der Philosophie in Logik, Physik, Ethik. Er hat drei 'Moiren' der Erkenntniss aufgestellt, Wahrnehmen, Vorstellen und Denken (mit Anlehnung an Plato Tim. 37ᴬ τριῶν μοιρῶν?), ferner die drei Arten von vernunftbegabten Wesen Götter, Dämonen, Menschen pythagoreisch abgeschmackt aus den drei Arten des Dreiecks deducirt, die schon bei Plato Lys. 216ᴰ beiläufig gegebene Dreitheilung τὸ μὲν ἀγαθόν, τὸ δὲ κακόν τὸ δ' οὔτ' ἀγαθὸν οὔτε κακόν umständlich bewiesen (Sext. mathem. XI 4) und schliesslich die übliche Elementarlehre um die curiose Entdeckung der drei Dichten (τρία πυκνά Plut. fac. lun. 29, 3) bereichert.

ausserhalb seiner Deduction zu sichern. Nachdem er daher die in dieser Eintheilung hervortretende Werthschätzung der Seelengüter (τὰ περὶ ψυχὴν ἀγαθά) hervorgehoben und diesen Ausdruck mit der Seelenenergie seiner Definition gleichgesetzt (τὰς δὲ πράξεις καὶ τὰς ἐνεργείας τὰς ψυχικὰς [= ψυχῆς ἐνέργεια 1098ª 16] περὶ ψυχὴν τίθεμεν, fährt er fort ὥστε καλῶς ἂν λέγοιτο κατά γε ταύτην τὴν δόξαν παλαιὰν οὖσαν καὶ ὁμολογουμένην[1] ὑπὸ τῶν φιλοσοφούντων.

Also diese alte und durch die Philosophen erprobte Meinung stimmt mit seiner Auffassung der Eudämonie überein. Man beachte dies γε, welches andeuten soll, dass wenigstens diese διαίρεσις völlig anerkannt ist. Dieselbe Partikel kehrt in demselben Zusammenhange wieder in der Politikstelle, von der wir ausgingen. Auch hier handelt es sich um die Eudämonie (oder wie es hier mit einem gleichwerthigen Ausdrucke heisst ἀρίστη ζωή oder αἱρετώτατος βίος). Denn sie ist das Fundament für den weiteren Aufbau der besten Verfassung. Auch hier beruft sich Aristoteles wieder auf diese unumstösslich feststehende Eintheilung 1323ª 24 ὡς ἀληθῶς γὰρ πρός γε μίαν διαίρεσιν οὐδεὶς ἀμφισβητήσειεν ἂν ὡς οὐ τριῶν οὐσῶν μερίδων u. s. w. Die Zuversicht auf die Allgemeingültigkeit dieses Ausgangspunktes, welche sich in dem γε ausdrückt, wiederholt sich ein wenig später 1323ª 34 ἀλλὰ ταῦτα μὲν λεγόμενα ὥσπερ πάντες ἂν συγχωρήσειαν. Diese Ausdrücke bieten eine vollkommene Parallele zu der Ethikstelle, die er jedenfalls beim Niederschreiben in der Erinnerung hatte. Denn abgesehen von den sprachlichen Coincidenzen, die ich hervorgehoben, verweist er selbst beim Abschluss dieser Digression S. 1323ᵇ 39 auf anderweitige Belehrung (ἑτέρας γάρ ἐστιν ἔργον σχολῆς ταῦτα), worunter wir nach seiner Art nur eine Hinweisung auf die Ethik erblicken können und später c. 13 citirt er bei ähnlichen Sätzen geradezu diese Schrift.

Ist demnach die Politikstelle dem Inhalte wie dem sprachlichen Ausdrucke nach eine genaue Parallele der Ethik, so gewinnen wir damit ein sicheres Rüstzeug, den mannigfach gedeuteten Eingang zu dieser Digression, welcher die exoterischen λόγοι citirt, authentisch d. h. aus Aristoteles selbst zu interpretiren: S. 1323ª 21 νομίσαντας οὖν ἱκανῶς πολλὰ λέγεσθαι καὶ τῶν ἐν τοῖς ἐξωτερικοῖς λόγοις περὶ τῆς ἀρίστης ζωῆς, καὶ νῦν χρηστέον αὐτοῖς. Diese Worte sind abgesehen von dem strittigen Terminus so zu übersetzen: 'Da wir uns die Ansicht gebildet haben, dass vieles auch von dem, was in den ἐξωτερικοὶ λόγοι vorkommt, eine genügende Erörterung des besten Lebens enthält, so

---

[1] Die folgenden Worte ὑπὸ τῶν φιλοσοφούντων· ὀρθῶς δὲ καὶ, die in Kᵇ fehlen, hat Münscher nach Muret gestrichen, s. Bonitz Ind. 512ª 50. Aber Kᵇ behält λέγονται bei, was doch jedenfalls auch, wie Münscher einsieht, fallen musste. Ich folge daher Rassow's Erklärung der Vulgata (*Forsch. über die Nik. Eth.* Weimar 1874. S. 119.)

darf man auch jetzt Gebrauch davon machen'.[1] Übertragen wir nun die entsprechenden Ausdrücke der Ethik in unsere Stelle, so ergiebt sich, dass die *ἐξωτερικοὶ λόγοι* der Politik identisch sind mit den oben charakterisirten *λεγόμενα* oder der *παλαιὰ καὶ ὁμολογουμένη δόξα*. Nach dieser Aufklärung also muss man die *ἐξωτερικοὶ λόγοι* als *τὰ ἔξωθεν λεγόμενα*[2] auffassen und darunter die nicht innerhalb der peripatetischen Schule, sondern sonst z. B. in der Akademie üblichen, aber auch bei älteren, sei es Philosophen oder Laien (beide Categorien scheint die Ethikstelle zu berücksichtigen), vorgebrachten Erörterungen verstehen. So weit führt die Gleichung der beiden aristotelischen Stellen; eine volle Bestätigung kommt aus Eudem hinzu, der natürlich von der Bedeutung des Citates ein sicheres Wissen besitzen konnte und wohl auch besass. Er nimmt nämlich in seiner Ethik am Anfange des zweiten Buches (1218^{b} 31) die Trichotomie der Güter auf und fügt hinzu *καθάπερ διαιρούμεθα καὶ ἐν τοῖς ἐξωτερικοῖς λόγοις*. Es liegt auf der Hand, dass Eudem diese Stelle in Erinnerung an die Politik niedergeschrieben hat (Zeller Hermes XV 554), mit der er sich auch noch an manchen anderen Stellen berührt (Bendixen Philologus XI 578 ff.). Abgesehen von dem Gewichte, den ein Zeugniss Eudem's für die Echtheit des mehrfach angezweifelten Abschnittes der Politik in die Wagschale legt, ist es für die Frage nach den exoterischen *λόγοι* von hohem Werthe. Denn da er, wie wir es gethan haben, die *λεγόμενα* der Ethik als *ἐξωτερικοὶ λόγοι* näher präcisirt, so ist auch hierdurch Bernays' Ansicht widerlegt. Oder ist glaublich, dass Eudem erstens an die Stelle des consensus communis, mit dem Aristoteles im c. 8 operirt und nach der ganzen methodischen Absicht dieses Abschnittes operiren muss, die eigenen Dialoge des Meisters substituirt und sodann diese Dialoge durch *διαιρούμεθα* als seine eignen in Anspruch genommen haben sollte? Denn was von den Lehrschriften galt, dass sie als Kanon der Lehre der ganzen Schule angehörten, das konnte doch nicht ohne weiteres auf die Dialoge übertragen werden, bei denen die

---

[1] Der Nachdruck des begründenden Satzes liegt natürlich auf *ἱκανῶς*. Daher die bevorzugte Stellung vor *πολλά*. Ich fasse *καὶ νῦν* 'auch hier', in der Politik, wie früher in der Ethik, obgleich dies nicht die einzig mögliche Erklärung ist. Eine treffende Parallele hat man aus Pol. VIII 7. 1341^{b} 27 angezogen: *νομίσαντες οὖν πολλὰ καλῶς λέγειν περὶ τούτων τῶν τε νῦν μουσικῶν ἐνίους καὶ τῶν ἐκ φιλοσοφίας ὅσοι τυγχάνουσιν ἐμπείρως ἔχοντες τῆς περὶ τὴν μουσικὴν παιδείας, τὴν μὲν καθ' ἕκαστον ἀκριβολογίαν ἀποδώσομεν ζητεῖν τοῖς βουλομένοις παρ' ἐκείνων* (also *ἔξωθεν*!), *νῦν δὲ νομικῶς διέλωμεν.*

[2] Eudem VII 1. 1235^{a} 4 *ἀπορεῖται δὲ πολλὰ περὶ τῆς φιλίας πρῶτον μὲν ὡς οἱ ἔξωθεν περιλαμβάνοντες καὶ ἐπὶ πλέον λέγοντες.* S. VII 5. 1239^{b} 7. Er beruft sich hier auf die Erörterungen Plato's (Lysis 214^{A} ff.), welcher Dichter und Philosophen (*οἱ περὶ τῆς φύσεως τε καὶ τοῦ ὅλου διαλεγόμενοι καὶ γράφοντες* 214^{B}) herbeizieht und näher (*ἐπὶ πλέον*) ausführt.

schriftstellerische Individualität wieder in ihre Rechte trat. Aristoteles durfte vielleicht als früherer Akademiker[1] in erster Person von der Ideenlehre Platon's sprechen, aber ein Citat *ὥσπερ λέγομεν ἐν τῷ Φαίδωνι* wäre unerhört. Während also bei der Deutung auf Dialoge die Eudem'sche Stelle doppelt unerklärlich wäre, ist alles in bester Ordnung, wenn die *ἐξωτερικοὶ λόγοι* mit den *λεγόμενα* identificirt werden. Ja der sprachliche Ausdruck entspricht völlig einer anderen Stelle der Politik III 6. 1278^{b} 31 *καὶ γὰρ ἐν τοῖς ἐξωτερικοῖς λόγοις διοριζόμεθα περὶ αὐτῶν πολλάκις*, auf die wir noch zurückkommen müssen.

Sollen wir nun auf die alte Erklärung zurückgreifen, die in Madvig, Prantl u. A. namhafte Vertreter gefunden hat,[2] die *ἐξωτερικοὶ λόγοι* seien Besprechungen, 'welche nach damaliger Sitte und Schulbildung über pikantere Themata (z. B. höchstes Gut, Glückseligkeit) allerwegen auch bei gesellschaftlicher Unterhaltung geführt wurden'? Ich glaube, dass auch diese Erklärung bei der Gegenüberstellung der Ethik sich als zu eng begrenzt erweisen würde. Denn die *δόξα*, welche hier als Zeugniss verwerthet wurde, ist nicht der 'gebildeten Conversation' des athenischen 'Salonpublicums' entnommen, sondern, wie er selbst sagt, eine alte und von philosophischen Autoritäten anerkannte. Es kommt ihm auch gar nicht auf blosse Tagesmeinungen an, sondern im Gegentheil freut es ihn nachher (s. 1098^{b} 26) viele schon durch ihr Alter empfohlene Zeugen (*πολλοὶ καὶ παλαιοί*) neben einzelnen zünftigen Celebritäten (*ὀλίγοι καὶ ἔνδοξοι ἄνδρες*) zur Bestätigung seiner Ansicht aufrufen zu können. Je entschiedener der Einklang zwischen Theorie und Praxis, alter und neuer Zeit ist, um so lieber ist es ihm, da so die Wahrheit um so weniger verfehlt sein kann: *οὐδετέρους τούτων εὔλογον διαμαρτάνειν τοῖς ὅλοις, ἀλλ' ἕν γέ τι ἢ τὰ πλεῖστα κατορθοῦν.*

Viel plausibler an und für sich und auch in unserem Falle scheinbarer ist die Deutung Thurot's, der die Ansicht von Ravaisson scharfsinnig weiter gebildet hat. Er sieht das Kennzeichen der exoterischen *λόγοι* in ihrer unvollkommenen Form, welche der strengen Apodeixis entgegengesetzt sei.[3] Allerdings ist die Art, wie die Gütereintheilung besprochen wurde, die dialektische, welche sich mit wahrscheinlichen Raisonnements begnügen muss. Der Ausdruck *λεγόμενα* selbst ist sehr oft gleichbedeutend mit *ἔνδοξα* (z. B. Eth. VII 2. 1145^{b} 20 = ^{b}5. 7).

---

[1] Die betreffenden Stellen der Metaphysik (Zeller II 2^{3} 15^{3}) lassen jedoch noch eine andere Erklärung zu, vgl. *φαμὲν* A 9. 990^{b} 16 mit *φασὶν* M 4. 1079^{a} 12. S. u. S. 487.

[2] Für diese und die übrige Litteratur verweise ich auf Zeller II 2^{3} 112 ff.

[3] *Études sur Aristote* S. 213: *Il résulte que l'expression ἐξωτερικοὶ λόγοι n'est qu'un synonyme des expressions διαλεκτικῶς, λογικῶς, πρὸς δόξαν, par lesquelles Aristote désigne les raisonnements de la dialectique, de la dispute, les raisonnements fondés sur les opinions plausibles, par opposition aux raisonnements fondés sur la vérité, aux raisonnements scientifiques, philosophiques, aux démonstrations proprement dites* (ἀποδείξεις).

Daher wird auch in den dialektischen Schriften wie Logik (s. Thurot S. 210) und Rhetorik (I 5. 1360 ᵇ25) dieselbe Eintheilung angeführt. Die ganze Ankündigung des c. 8 der Ethik σκεπτέον οὐ μόνον ἐκ τοῦ συμπεράσματος καὶ ἐκ τῶν λεγομένων περὶ αὐτῆς scheint deutlich dazu bestimmt, aus der Sphäre des wissenschaftlichen Beweises in die niedere der dialectischen δόξα zu führen. Aber wenn blos dies die Absicht des Aristoteles gewesen wäre, den Unterschied der Methode kenntlich zu machen, so sieht man nicht ab, warum er sich nicht einfach auf die λόγοι διαλεκτικοί (oder ἐπιχειρηματικοί de mem. 2. 451ᵃ 19) berufen wollte.[1] Denn der Beweis, den Thurot antritt, dass auch in dem Worte ἐξωτερικός eine Hinweisung auf die Methode liege, ist völlig missglückt. Überhaupt sieht man weder hier noch bei den meisten anderen Stellen ein, warum die Form der Beweismittel irgend in Betracht kommen soll. Die von aussen beigebrachten Zeugnisse bestätigen die aristotelische Ansicht; welche Form sie haben, durch welche Methode sie gewonnen wurden, dies ist nicht das wesentliche, wenn es auch dem Peripatetiker natürlich ist, ihnen von vorn herein nur dialectische Glaubwürdigkeit beizumessen.

Wir gehen zur Prüfung der zweiten Erwähnung der λόγοι ἐξωτερικοὶ über. Eth. I 13. 1102ᵃ 23 θεωρητέον δὴ καὶ τῷ πολιτικῷ περὶ ψυχῆς, θεωρητέον δὲ τούτων χάριν καὶ ἐφ' ὅσον ἱκανῶς ἔχει πρὸς τὰ ζητούμενα. τὸ γὰρ ἐπὶ πλεῖον ἐξακριβοῦν ἐργωδέστερον ἴσως ἐστὶν τῶν προκειμένων. λέγεται δὲ περὶ αὐτῆς καὶ ἐν τοῖς ἐξωτερικοῖς λόγοις ἀρκούντως ἔνια καὶ χρηστέον αὐτοῖς, οἷον τὸ μὲν ἄλογον αὐτῆς εἶναι τὸ δὲ λόγον ἔχον. Die Ähnlichkeit mit der Politikstelle springt sofort in die Augen. Auch hier wird ein der Ethik fremdes Gebiet gestreift und eine ausführlichere und genauere Betrachtung (ἐπὶ πλεῖον ἐξακριβοῦν) abgelehnt. Auch hier wird ferner eine Diairese herbeigezogen, welche in exoterischen Erörterungen einen befriedigenden Ausdruck finde (ἀρκούντως ἔνια λέγεται wie oben ἱκανῶς λέγεσθαι), auch hier kehrt schliesslich das χρηστέον αὐτοῖς wieder. Nun wird die Dichotomie der Seele in ein vernünftiges und unvernünftiges Element auch an richtigem Orte in der Psychologie III 9. 432ᵃ 24 vorgetragen, aber zugleich wird damit die Erwähnung der Trichotomie verknüpft: καὶ οὐ μόνον ἅ τινες λέγουσι διορίζοντες λογιστικὸν καὶ θυμικὸν καὶ ἐπιθυμητικόν, οἱ δὲ τὸ λόγον ἔχον καὶ τὸ ἄλογον. Die Form dieser Gegenüberstellung legt es nahe, da unter den τινὲς Platon und die Akademie zu verstehen ist, auch die Urheber der Dichotomie unter den Philosophen zu suchen. Die Ansicht Trendelenburg's, dass auch hierfür Platon in Anspruch zu nehmen sei, ist an sich gewiss richtig[2],

[1] S. Heitz, *Verlorene Schriften des Ar.* S. 131. Madvig Cic. de fin.² p. 846.

[2] Vergl. Zeller II 1³ 713³. Ebenso sind beide Eintheilungen für Xenokrates bezeugt bei Aëtios IV 4, 2 (Doxogr. 389 n 21. 539 n ᵇ 3).

aber die von Aristoteles beliebte Spaltung *τινὲς — οἱ δὲ* zeigt doch deutlich, dass ihm auch noch andere Autoritäten zu Gebote standen. Ich denke dabei weniger an Epicharmos (Zeller II 2^3 122 A.) als an dessen Zeitgenossen Alkmaion, der zuerst auf Grund eingehender anatomischer Untersuchungen richtigere Ansichten über die Function der Seelenthätigkeit aufgestellt hat. Zwar erwähnt Aristoteles selbst (De anima I 2. 405^a 30) von ihm nur, dass er die Seele für unsterblich wie die Gestirne gehalten habe. Aber die Consequenz seines Systems verlangt, dass er daneben auch einen sterblichen, unvernünftigen Theil angenommen habe (Arist. Metaph. A 5. 986^a 31) und die Andeutungen Theophrast's De sensibus 25 (Doxogr. 506, 20. 507, 3) gaben Aëtios die Berechtigung, die Zweitheilung der *ψυχὴ* neben Platon auch den Pythagoreern zuzuschreiben IV 3, 1 (389^a 10. ^{b}n 16) Πυθαγόρας Πλάτων . . . *διμερῆ τὴν ψυχήν· τὸ μὲν γὰρ ἔχειν λογικόν, τὸ δὲ ἄλογον.* Denn Πυθαγόρας heisst in der Sprache jenes Doxographen so viel als Πυθαγόρειος, als welcher Alkmaion nicht mit Unrecht gilt. Vielleicht kann auch Philolaos als weiterer Vertreter der Dichotomie zugefügt werden, ja sogar die Nachricht des Aëtios, dass Demokrit diese Ansicht getheilt habe (IV 4, 6. 390, 14), entbehrt nicht ganz jedes Anhaltes, da die 'echte' und 'unechte' Meinung[1] wenigstens graduelle Unterschiede des einheitlichen Seelenvermögens voraussetzt. So viel sieht man aus diesem Überblick, dass die Eintheilung der 'exoterischen Erörterungen' aus alter Zeit stammt und in der Akademie ihre Vertretung gefunden hat. Auch diese *δόξα* hätte demnach als eine *παλαιὰ καὶ ὁμολογουμένη ὑπὸ τῶν φιλοσοφούντων* eingeführt werden können. Was also oben von den *ἐξωτερικοὶ λόγοι* erwiesen worden ist, darf unbedenklich auf diese völlig gleichgeartete Stelle übertragen werden, zumal die ganze Einführung dieses Citats an die Politikstelle erinnert. Auch hier kommt es Aristoteles nicht darauf an, den Grad der wissenschaftlichen Geltung hervorzuheben, den diese *διαίρεσις* beanspruchen könne. Er hebt nur hervor, dass man zur Orientirung des Ethikers in der Psychologie nicht in die Tiefe des aristotelischen Systems zu greifen braucht, dass vielmehr schon das bisher ausserhalb des Peripatos aufgehäufte Material zu diesem Zwecke genüge. Ob dieses blos von Philosophen herbeigeschafft war oder sich bereits zu einer öffentlichen Meinung verdichtet hatte, ist für den Zweck des Citates völlig gleichgültig: ihm genügt es, wenn hervorgehoben wird, dass es altbewährte Eintheilungen sind, die ja zum Überblicke über ein fremdes Gebiet sich zweckdienlicher erweisen als

[1] *γνησίη καὶ σκοτίη γνώμη* s. Rohde, Verhandl. der 34. Philol. Vers. S. 74. Von den *πλείους αἰσθήσεις* Aëtios IV 10. 4 (399^a 12^b 15) scheinen hierher zu gehören *αἱ περὶ τὰ ἄλογα ζῷα* (= *ἄλογον*) und *αἱ περὶ τοὺς σοφούς* (= *λογικόν*). Aristoteles ignorirt freilich in seiner Polemik diese Unterschiede Metaph. Γ 5. 1009^b 12.

ein Hantiren mit der Entelechie und ähnlichen esoterischen Begriffen des Peripatos. Daher gehen alle Interpreten fehl, welche in diesem Citate der ἐξωτερικοὶ λόγοι etwas weiteres erblicken wollen als den Gegensatz von aristotelischer und nichtaristotelischer Lehre.

Ein drittes Citat findet sich Eth. VI 4, wo die wissenschaftliche Thätigkeit (ἐπιστήμη) unterschieden wird von der practischen und künstlerischen Thätigkeit. Dass ποίησις und πρᾶξις verschiedene Begriffe sind, sagt er hier, braucht nicht erwiesen zu werden. Denn wir können uns bei diesem Unterschiede auch auf die exoterischen λόγοι verlassen: 1140^{a} 2 ἕτερον δ' ἐστὶν ποίησις καὶ πρᾶξις (πιστεύομεν δὲ περὶ αὐτῶν καὶ τοῖς ἐξωτερικοῖς λόγοις). Wir wollen BERNAYS einmal zugeben, dass diese Unterscheidung der Synonyma nicht blos auf sprachliche Beobachtungen der gewöhnlichen Unterhaltung basirt werden soll, obgleich diese Annahme nicht begründet ist. Aber selbst wenn es bewiesen wäre, dass hier auf eine fundamentale Erörterung des Unterschiedes zwischen poietischer und practischer Thätigkeit verwiesen sein müsse, selbst wenn ferner diese Erörterung in dem Dialoge über die Dichter und im Gryllos gegeben worden wäre, was BERNAYS mit reger Phantasie uns nahe zu rücken weiss, so sehe ich doch keine Möglichkeit die Form des Citates mit seiner Hypothese zu vereinbaren. Es heisst ja πιστεύομεν περὶ αὐτῶν τοῖς ἐξωτερικοῖς λόγοις. Das kann doch nur heissen: »Wir schenken bei dieser einleuchtenden Unterscheidung auch den ausserhalb unserer Schule darüber angestellten Erörterungen Glauben.« Dies passt ganz in den Rahmen dieser Untersuchungen, in denen gleich im nächsten Capitel die φρόνησις mit dem wiederholten λέγομεν und ebenso c. 7 die Unterscheidung von φρόνιμον und σοφόν (1141^{a}1) auf dieselbe Basis allgemeinsten Sprachgebrauches gestellt wird.[1] Dagegen ist die Erklärung: »Wir schenken in dieser Frage auch den Deductionen meiner Dialoge Glauben«, sehr sonderbar, mag man nun πιστεύομεν auf das grosse Publicum oder auf die Schüler oder auf den Verfasser selbst beziehen. Auch der Zusatz von καὶ weist, wie an den anderen Stellen auf Bestätigung durch fremde Zeugnisse hin. Aristoteles will sagen: die διαίρεσις von ποίησις und πρᾶξις liegt so nahe und ist so oft auch ausserhalb vorgebracht worden, dass sie ohne Beweis verwandt werden darf. Er macht denn auch in der Topik unbedenklich Gebrauch davon. Was den Ursprung dieser Unterscheidung angeht, so ist es mir wahrscheinlich, dass Aristoteles den Charmides 163^{A} ff. im Sinne hat, wo Plato diese Unterscheidung wieder

---

[1] Eine Erläuterung von πιστεύειν in diesem Sinne giebt der Anfang von de divin. c. 1. 462^{b} 14 τοὺς μὲν γὰρ πάντας ἢ πολλοὺς ὑπολαμβάνειν ἔχειν τι σημειῶδες τὰ ἐνύπνια παρέχεται πίστιν ὡς ἐξ ἐμπειρίας λεγόμενον. S. ZELLER II 1^{3} 243^{3}.

auf Hesiod zurückzuführen sucht. Also auch hier wieder eine δόξα παλαιὰ καὶ ὁμολογουμένη ὑπὸ τῶν φιλοσοφούντων.

Ähnlich steht es mit der vierten Stelle Polit. III 6. 1278 b30 ἀλλὰ μὴν καὶ τῆς ἀρχῆς τοὺς λεγομένους τρόπους ῥᾴδιον διελεῖν. καὶ γὰρ ἐν τοῖς ἐξωτερικοῖς λόγοις διοριζόμεθα περὶ αὐτῶν πολλάκις. Auch hier gelingt es Bernays, einige Dialoge zu citiren und an die Titel derselben die Möglichkeit, dass darin von verschiedenen Arten der Herrschaft gesprochen war, anzuheften. Er verlangt (S. 38), dass nicht blos eine διαίρεσις, sondern eine 'genaue Abgrenzung des Unterschiedes' zu Grunde liege, auf welche sich das Citat berufe. Aber während hier Feinheiten des Sprachgebrauches erklügelt werden, (διορίζεσθαι wie διαιρεῖν heissen doch einfach *eintheilen*), wird über die Schwierigkeit hinweggegangen, in welche uns Bernays' Auffassung mit dem ganzen Gedankenzusammenhange bringt. »Es ist leicht, die üblichen Arten der Herrschaft zu unterscheiden.« Warum ist es leicht? »Weil wir auch in unseren Dialogen öfter so unterscheiden.« Dies wäre der Causalnexus nach jener Erklärung der exoterischen λόγοι. Es liegt auf der Hand, dass wir damit Aristoteles eine Abgeschmacktheit aufbürden. Wenigstens sehe ich nicht, wie man anders verstehen sollte. Fasst man dagegen das Citat als eine Berufung auf fremde Ansichten auf, so ist alles in Ordnung und im schönsten Einklang mit den übrigen bisher behandelten Stellen. Der Inhalt des Folgenden lehrt, dass hauptsächlich diejenigen διαιρέσεις der ἀρχή gemeint sind, welche das Verhältniss des Hausherrn zu den Sklaven und zu Frau und Kindern in Betracht ziehen. Solche Eintheilungen finden sich auch bei Plato, namentlich Legg. III 690A ff., wo ganz schematisch folgende Arten aufgezählt werden: 1. γονέας ἐκγόνων ἄρχειν, 2. γενναίους ἀγεννῶν, 3. πρεσβυτέρους νεωτέρων, 4. δεσπότας δούλων, 5. κρείττονα ἥττονος, 6. φρονοῦντα ἀνεπιστήμονος, 7. εὐκληροῦντα δυσκληροῦντος. An einer anderen Stelle Rep. I 342D wird der Vortheil des ἄρχων im Verhältniss zum ἀρχόμενον untersucht und dabei die auch von Aristoteles a. a. O. gebrauchten Beispiele vom ἰατρός und κυβερνήτης, die freilich typisch sind, angeführt. Aber diese platonischen Stellen scheint Aristoteles nicht in erster Linie im Auge zu haben, da er sich hauptsächlich auf die Ökonomik beschränkt d. h. auf die τέκνων ἀρχὴ καὶ γυναικὸς καὶ τῆς οἰκίας πάσης. Vergleichen wir nun die entsprechenden Erörterungen der Politik I c. 2, so wird es wahrscheinlich, dass auch Dichterstellen aus Hesiod und Homer (1252b 11. 22) für diese διαίρεσις in Anspruch genommen werden sollen. Es ist natürlich, dass auch die Sophistik Stoff hierzu geliefert hat, die ja in politischer Schriftstellerei nicht unthätig gewesen ist; doch fehlt uns darüber genaueres Wissen, wenn man nicht die Reconstruction aus blossen Titeln und nichtssagenden Fragmenten an die Stelle von

überlieferten Thatsachen setzen will. Die erste Person διοριζόμεθα, die vielleicht auffallen könnte, ist hier wie sonst im weiteren Sinne zu nehmen. Aristoteles stellt sich damit auf den Standpunkt der populären Auffassung. Man könnte an allen diesen Stellen unbedenklich »man« übersetzen, wie dies ja auch aus Eudem's Anwendung dieser Stelle auf die λεγόμενα der Ethik deutlich erhellt. Zum Überfluss wird diese Auffassung durch τοὺς λεγομένους τρόπους bestätigt, was Niemand so wie Bernays (S. 53) als »die in Frage kommenden« Arten erklären wird (s. dagegen Ind. Ar. 424ᵇ 43). Es ist freilich leicht möglich, dass dieser communicative Gebrauch des Plurals zu der Deutung auf eigene Schriften sehr früh verleitet hat.[1]

Etwas verschieden von den bisher behandelten Citaten ist die Erwähnung der exoterischen λόγοι in der Metaphysik M 1. Aristoteles spricht hier von den mathematischen Grössen und den platonischen Ideen: 1076ᵃ 22 σκεπτέον πρῶτον μὲν περὶ τῶν μαθηματικῶν ... ἔπειτα μετὰ ταῦτα χωρὶς περὶ τῶν ἰδεῶν αὐτῶν ἁπλῶς καὶ ὅσον νόμου χάριν· τεθρύληται γὰρ τὰ πολλὰ καὶ ὑπὸ τῶν ἐξωτερικῶν λόγων. Hier haben wir nicht eine mehr oder weniger populäre διαίρεσις, sondern die Bekämpfung der platonischen Ideenlehre, welche, behauptet man, nicht ausserhalb der aristotelischen Schule gesucht werden dürfe. Deshalb nimmt Bernays gerade diese Stelle besonders in Beschlag, um von hier aus in Übereinstimmung mit antiken Zeugnissen seine Hypothese zu erweisen. Aber weder ein Zeugniss des Plutarch noch des Proklos kann irgend etwas beweisen, wenn die Worte des Aristoteles dagegen sprechen. Ich hebe zuerst νόμου χάριν hervor. Es heisst nicht, wie Bernays S. 150 glaubt, soviel wie *dicis causa* und ist auch nicht synonym mit ὁσίας ἕνεκα[2], so wenig wie νόμιμον identisch ist mit ὅσιον. Vielmehr kann nach Bedeutung und Gebrauch νόμου ἕνεκα nur von dem gesagt werden, der durch den herrschenden Brauch zu irgend etwas gezwungen wird, was er ungern und möglichst rasch abmacht. Diese Redensart ist durchaus nicht so abgegriffen, dass die Grundbedeutung verwischt sein sollte. Wenn also Aristoteles die Ideenlehre nur νόμου χάριν bekämpft, so thut er es ungern und kurz, aber er thut es, weil es einmal üblich ist. So wenig dies im Hinblick auf

[1] Dasselbe Missverständniss liegt vor bei Cicero De deorum natura I 12, 30 *in Legum libris* (Plato) *quid sit omnino deus anquiri oportere non censeat.* Dies ist verdreht aus Legg. VII p. 821ᴬ τὸν μέγιστον θεὸν καὶ ὅλον τὸν κόσμον φαμὲν οὔτε ζητεῖν δεῖν οὔτε πολυπραγμονεῖν τὰς αἰτίας ἐρευνῶντας. Aber φαμὲν heisst *»man sagt«* und Plato wendet sich in den folgenden Worten gerade gegen die Berechtigung dieser öffentlichen Meinung.

[2] Bernays schreibt ὁσίου ἕνεκα, was ich nicht nachweisen kann. ὁσίας ἕνεκα wird von dem gebraucht, der zu einem ὅσιον verpflichtet ist, aber nur ungern (und ohne Aufwand) diesem nachkommt. Die Sphäre des ὅσιον berührt sich natürlich unter Umständen mit dem νόμος, fällt aber nicht zusammen.

seine eigenen früheren Schriften passt, so vorzüglich ist der Ausdruck gewählt, wenn die Bestreitung der Ideenlehre ausserhalb des Peripatos sich als hergebracht nachweisen lässt. Eine noch entscheidendere Instanz gegen Bernays giebt τεθρύληται τὰ πολλὰ an die Hand. Er weiss freilich durch eine harmlose Übersetzung »das Meiste ist bereits in den Dialogen durchgesprochen« dem Leser über die Schwierigkeit hinwegzuhelfen, aber diese Übersetzung ist nur ein sehr ungeschicktes Surrogat für das viel charakteristischere griechische Wort. τεθρύληται kann doch nach dem übereinstimmenden Sprachgebrauch der ganzen Gräcität und des Aristoteles selbst[1] nur etwa heissen '*es ist abgedroschen*', '*decantatum est*'. Denn überall hat es den Beigeschmack des Vulgären und passt daher vorzüglich, wenn man von dem mehr oder minder unbegründeten Gerede des grossen Haufens sprechen will. Oft spricht sich darin auch ein Gefühl des Überdrusses über die stete Wiederholung derselben Sache aus. Jedenfalls steht es einem Schriftsteller schlecht, das Wort von seinen eigenen schriftstellerischen Leistungen zu gebrauchen. Schwerlich würde sich ein heutiger Autor in einem wissenschaftlichen Buche so ausdrücken: ,Ich will dies Thema nur kurz berühren, da ich das meiste davon schon in meinen Essays breitgetreten habe'. Und doch muthet man diese Geschmacklosigkeit Aristoteles zu, wenn man die exoterischen λόγοι auf die Dialoge deutet. Zum Schluss will ich auch ein minder wichtiges Zeugniss gegen jene Ansicht nicht übergehen, da es auf den Gebrauch des Wortes λόγοι überhaupt ein gewisses Licht wirft. Auffallend ist nämlich an dieser Stelle der Gebrauch der Präposition ὑπό. Man erwartet τεθρύληται ἐν τοῖς ἐξωτερικοῖς λόγοις. Zum Verständniss dieser Wendung, welche die λόγοι gewissermaassen personificirt, kann man sich an die merkwürdige Hypostase erinnern, welche dieser Begriff schon früh gefunden hat. Die Personification des λόγος in der Stoa, bei Philon und dann bei christlichen Schriftstellern ist ja allbekannt; sie ist aus der Rolle, welche diese Hypostase in jenen Dogmen spielt, leicht verständlich. Aber es scheint nicht ausgesprochen, dass die Sprache hier, wie so oft, von altersher im Stillen der Philosophie vorgedacht und sie in ihren Wegen und Abwegen zu wandeln gezwungen hat.[2] Schwerlich hätte Heraklit für die Verkündigung des Weltgesetzes im Eingange seiner Schrift diese Form gewählt: οὐκ ἐμεῦ,

---

[1] Der Index zeigt folgende Verbindungen: θρυλεῖται παρὰ πολλοῖς, τεθρυλημένον πολλοῖς, τὰ θρυλούμενα περὶ τὸν βάτραχον, ἐκ παλαιοῦ χρόνου περιφέρεται τὸ θρυλούμενον, αἱ τεθρυλημέναι καὶ κοιναὶ γνῶμαι, οἱ ἁλιεῖς τὸν εὐήθη λέγουσι καὶ τεθρυλημένον λόγον. Das ἦθος der Demosthenesstelle de falsa leg. §. 156 πολλὰ λέγοντος ἐμοῦ καὶ θρυλοῦντος ἀεί ergiebt der Zusammenhang. S. Forchhammer, *Arist. u. die exoter. Reden* S. 53.

[2] Lehrreich sind in dieser Hinsicht z. B. die Wörter ἀρετή, καλόν, καλῶς πράττειν, εὐτυχία.

ἀλλὰ τοῦ λόγου ἀκούσαντας ὁμολογέειν σοφόν ἐστι ἓν πάντα εἶναι, wenn nicht schon die Volkssprache in demselben poetischen Triebe, der bewusst und unbewusst die Mythologie mit Zwittergestalten wie Eros u. dergl. anfüllte, auch diesen Begriff zu einem halbpersönlichen Wesen umzubilden begonnen hätte. Speciell die jonische Prosa konnte dazu eine Handhabe bieten, wo die Redensart ὁ λόγος αἱρέει schon den Keim dieser Hypostase zeigt.[1] Deutlicher tritt sie bei Epicharm hervor, der ja von Heraklit's Einfluss nicht unberührt geblieben ist. Freilich dass seine Komödie Λόγος καὶ Λογίνα eine Verspottung des eben berührten Dogmas vorstellen soll, wage ich kaum als Vermuthung auszusprechen. Doch sieht man allgemein darin die männliche und weibliche Personification des λόγος, in welcher Bedeutung immer dies Wort genommen war. Denn die Sicilier liebten die Personification, wie man aus des Empedocles oft geschmackloser und übertriebener Anwendung dieser Figur ersieht. Mit der Sophistik kam derartiges auch in Athen auf. Deutlich tritt dies in dem Λόγος δίκαιος und ἄδικος hervor, worin Aristophanes gewiss auch in der Form Parodie der Sophistik durchblicken lässt.[2] Denn auch die Titel der gleichzeitigen sophistischen Schriften Καταβάλλοντες, Ὑπερβάλλοντες, Ἀποπυργίζοντες, nämlich λόγοι, beruhen auf personificirender Metapher. In attischer Prosa tritt diese Neigung bescheidener, aber doch erkennbar auf. Bei Platon sind die Beispiele häufig, wie Phädon 87^{A} τί οὖν, ἂν φαίη ὁ λόγος, ἔτι ἀπιστεῖς, Phileb. 51^{C} ἀλλ' εὐθύ τι λέγω, φησὶν ὁ λόγος (vergl. 50^{A}), Politic. 392DE ὁ λόγος ἡμῖν προείρηκεν, oft ὁ λόγος σημαίνει wie ὁ λόγος σημαινέτω bei Sophokles Trach. 345. Selbst Aristoteles' nüchterner Schreibweise ist diese Hypostase nicht fremd. Ich hebe De gen. et int. I 8. 325^{a}23 heraus Λεύκιππος δ' ἔχειν ᾠήθη λόγους οἵτινες πρὸς τὴν αἴσθησιν ὁμολογούμενα λέγοντες οὐκ ἀναιρήσουσιν οὔτε γένεσιν οὔτε φθοράν. Diese λόγοι ('Erklärungen', 'Theorie') scheinen schon dem von Aristoteles abhängigen Verfasser de Xenophane S. 980^{a}7 aufgefallen zu sein, da er hierauf mit seinem Pseudocitat deutet καθάπερ ἐν τοῖς Λευκίππου καλουμένοις λόγοις γέγραπται. Gerade im Buche M der Methaphysik findet sich eine bezeichnende Stelle c. 4. 1079^{a}11 ἔτι δὲ οἱ ἀκριβέστατοι τῶν λόγων οἱ μὲν τῶν πρός τι ποιοῦσιν ἰδέας . . . οἱ δὲ τὸν τρίτον ἄνθρωπον εἰσάγουσιν (= A 9. 990^{b}15). Man erwartet οἱ ἀκριβέστατοι τῶν φιλοσόφων, aber da dieser Begriff zu eng gewesen wäre (warum, wird sich uns gleich

---

[1] Herod. I 132. II 33. VII 41. [Hippocr.] de semine VII 478 Littr. II 486 Erm. (durch Cobet hergestellt). Auch bei Platon z. B. Parmen. 141^{D}.

[2] S. Eurip. Phoen. 471 ὁ δ' ἄδικος λόγος νοσῶν ἐν αὑτῷ φαρμάκων δεῖται σοφῶν. Auch sonst zeigt sich natürlich der Widerklang der sophistischen Schlagworte bei Euripides. Ausser der directen Anspielung οὐδεὶς αὐτὰ καταβαλεῖ λόγος Bacch. 202 vergl. Iph. Aul. 1013 οἱ λόγοι γε καταπαλαίουσιν λόγους.

ergeben), tritt das abstracte λόγοι, aber in gleicher Function an die Stelle. So sieht man deutlich, welche Nuance in der Variation τεθρύληται ὑπὸ τῶν ἐξωτερικῶν λόγων beabsichtigt ist, man erkennt aber auch, wie viel passender dieser Ausdruck gewählt ist, wenn er ὑπὸ τῶν ἐξωτερικῶν σοφῶν vertritt, als wenn wir mit BERNAYS ὑπὸ τῶν διαλόγων substituiren wollten, wofür mir überhaupt keine passende Parallele zu Gebote steht.

Unter den ἔξω σοφοί, die vor und neben Aristoteles so laut und lärmend die Ideenlehre angegriffen haben, dass er sich mit Naserümpfen davon abwendet, ist als der erste Antisthenes zu nennen. Die Einzelheiten dieses erbitterten und nicht immer höflich geführten Kampfes sind neulich aus der Replik der platonischen Dialoge scharfsinnig im Einzelnen nachzuweisen unternommen worden.[1] Wenn auch bei der Weise der platonischen Polemik Vieles unsicher bleiben muss, so kann man doch schon hieraus leicht ermessen, dass die doch auch für das Publicum berechneten hin und wieder gehenden Streitschriften die Ideenfrage für lange Zeit zur öffentlichen Debatte stellten. Auch die Sophisten griffen zu. Wenigstens stammt ein Hauptargument der Gegner, der τρίτος ἄνθρωπος, wahrscheinlich vom Sophisten Polyxenos (BÄUMKER Rhein. Mus. 34, 64 ff.). Daher begnügt sich Aristoteles, diesen Gegenbeweis, den er öfter anführt, immer nur ganz kurz mit dem Stichwort wie etwas allbekanntes anzudeuten. Es steht also auch materiell nicht das Geringste entgegen, die exoterischen Erörterungen, welche die Ideen bekämpften, ausserhalb des peripatetischen Kreises zu suchen. Damit steht der Gebrauch nicht im Widerspruche, den Eudem I 8 von dieser Stelle gemacht hat. Er weist dort die Ideenlehre als eine inhaltlose Abstraction zurück[2] und fügt hinzu 1217^{b}22 ἐπέσκεπται δὲ πολλοῖς περὶ αὐτοῦ τρόποις καὶ ἐν τοῖς ἐξωτερικοῖς λόγοις καὶ ἐν τοῖς κατὰ φιλοσοφίαν. Was man im Peripatos unter dem prägnanten Ausdrucke κατὰ φιλοσοφίαν zu verstehen habe, ist vollkommen deutlich. Es werden darunter die nach der aristotelischen Methode angestellten wissenschaftlichen Deductionen entweder dialectischer oder sophistischer Erörterung gegenüber gestellt (S. BONITZ Ind. S. 99^{b}33. 821^{a}18 und THUROT 201 ff.). Damit hängt auch eine allgemeinere Bedeutung des Ausdruckes zusammen, indem die unzünftigen Meinungen der Laien überhaupt, auch abgesehen von dem Grade der wissenschaftlichen Gewissheit mit den Erörterungen der aristote-

---

[1] F. DÜMMLER *Antisthenica* Halis 1882 S. 40 ff. S. auch K. URBAN, *Über die Erwähnungen der Philosophie des Antisthenes in den Platonischen Schriften.* Königsberger Progr. 1882.

[2] λέγεται λογικῶς καὶ κενῶς. Zur Bedeutung von λογικῶς vergl. Phys. VIII 8. 264^{a}7 und die Stellen, welche WAITZ Org. S. 354, BONITZ Ind. 432^{b}5 ff. gesammelt haben.

lischen Schule verglichen werden. Hierfür giebt die Politik ein deutliches Beispiel III 12. 1282^{b}16 ἔστι δὲ πολιτικὸν ἀγαθὸν τὸ δίκαιον, τοῦτο δ' ἐστὶ τὸ κοινῇ συμφέρον· δοκεῖ δὲ πᾶσιν ἴσον τι τὸ δίκαιον εἶναι καὶ μέχρι γέ τινος ὁμολογοῦσι τοῖς κατὰ φιλοσοφίαν λόγοις ἐν οἷς διώρισται περὶ τῶν ἠθικῶν. Auch hier hätte Aristoteles statt δοκεῖ πᾶσιν sehr gut die ἐξωτερικοὶ λόγοι den κατὰ φιλοσοφίαν gegenüberstellen können. Jedesfalls ergiebt sich daraus, dass Eudem die exoterischen λόγοι sachgemäss als Gegensatz zum eigenen Schuldogma, zur φιλοσοφία κατ' ἐξοχὴν auffassen konnte, wenn auch sein Ausdruck nach keiner Seite hin einen bedeutenden Ausschlag giebt.

Während die übrigen fünf Stellen, an denen Aristoteles die exoterischen λόγοι erwähnt, so gehalten sind, dass eine nicht genau alle Momente erwägende Interpretation unter dem Einflusse der antiken Tradition in die Irre gehen kann, ist die sechste Stelle der Art, dass sie die Bernays'sche Hypothese schlechthin ausschliesst. In der Physik IV 10 erörtert Aristoteles den Begriff der Zeit, indem er ihn zuerst auf seine Existenz prüfen und dann erst zu der Frage nach seinem Wesen übergeht. Er spricht sich über diese Methode der Untersuchung so aus 217^{b}30 πρῶτον δὲ καλῶς ἔχει διαπορῆσαι περὶ αὐτοῦ καὶ διὰ τῶν ἐξωτερικῶν λόγων, πότερον τῶν ὄντων ἐστὶν ἢ τῶν μὴ ὄντων, εἶτα τίς ἡ φύσις αὐτοῦ. Alle stimmen darin überein, und Bernays muss es zugeben, dass der nun folgende Abschnitt 217^{b}19—218^{a}30 mit der angekündigten exoterischen Erörterung identisch ist.[1] Aristoteles befolgt nämlich bei diesen Allgemeinbegriffen den einleuchtenden und auch in der Analytik wiederholt eingeprägten Grundsatz das εἰ ἔστιν vor dem τί ἐστι zu untersuchen. So verfährt er bei dem Begriffe des Unendlichen III 4. 202^{b}35 περὶ ἀπείρου εἰ ἔστιν ἢ μή, καὶ εἰ ἔστι, τί ἐστιν, so beim Raum IV 1. 208^{a}27 περὶ τόπου ... εἰ ἔστιν ἢ μὴ καὶ πῶς ἐστι καὶ τί ἐστιν, so beim Leeren IV 6. 213^{a}13 περὶ κενοῦ εἰ ἔστιν ἢ μὴ καὶ πῶς ἐστιν ἢ [l. καὶ] τί ἐστιν. Wie an dieser Stelle die Disjunction durch Erörterung der Ansichten für und wider die Existenz des Leeren erläutert wird (213^{a}19 ἄρξασθαι δεῖ τῆς σκέψεως λαβοῦσιν ἅ τε λέγουσιν οἱ φάσκοντες εἶναι καὶ πάλιν ἃ λέγουσιν οἱ μὴ φάσκοντες), so schickt auch hier Aristoteles drei Aporien, welche die Schwierigkeit des Zeitbegriffs discutiren, voraus. Diese drei Beweise gegen die Denkbarkeit der Zeit gleichen genau den bei den Eleaten, Gorgias und den späteren Eristikern üblichen dilemmatischen Beweisen gegen die Bewegung u. dgl. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass

[1] Formell weicht dieser Theil nicht im geringsten von der Art der Lehrschriften ab. Von dem aureum flumen des Dialogs ist nicht das mindeste zu bemerken. Daher hätte die neuerdings geäusserte Vermuthung, diese Stelle sei aus einem Dialog eingeschoben, lieber unausgesprochen bleiben sollen.

ähnliche eristische Erörterungen auch mit dem Zeitbegriffe angestellt worden waren, auf die sich Aristoteles beziehen konnte. Aber wir wissen darüber nichts näheres, da ja diese ganze Litteratur bis auf geringe Trümmer völlig verschüttet ist. Nur soviel lässt der Ausdruck *διὰ τῶν ἐξωτερικῶν λόγων* erkennen, dass sich Aristoteles nicht auf ein Referat beschränkt, sondern wie so oft auf Grund des vorhandenen Aporienmaterials eine selbständige und für seinen bestimmten Zweck passende Darstellung gegeben hat. Übrigens ist gerade in diesem Falle der Mangel eines bestimmten Nachweises ohne besondere Bedeutung, da nicht nur die alten Erklärer,[1] sondern auch Bernays selbst anerkennt, dass an dieser Stelle nicht Dialoge, sondern weniger streng wissenschaftliche Erörterungen gemeint seien. Damit macht er zum Schlusse ein Zugeständniss, das schon allein geeignet ist den ganzen mühsam und gelehrt errichteten Hypothesenbau umzustürzen, Denn wenn einfach zugegeben wird, dass hier die *λόγοι ἐξωτερικοὶ* eine allgemeinere Bedeutung haben, so musste entweder nachgewiesen werden, dass diese an den übrigen Stellen unzulässig ist oder die speciellere Bedeutung auf Dialoge musste jedesmal nicht nur als möglich, sondern als nothwendig erwiesen werden. Bernays hat aber den Nachweis der Benutzung der Dialoge nur zu einer stellenweise sehr entfernten Möglichkeit erhoben, und wie wenig es ihm geglückt ist, statt der allgemeineren Bedeutung des Exoterischen die speciellere auch nur wahrscheinlich zu machen, ist im Vorhergehenden gezeigt. Wer daher die Forderung festhält, die ich für unerlässlich halte, alle Stellen, wo dieser technische Ausdruck gebraucht wird, gleich zu interpretiren, der wird an der allgemeinen Bedeutung der *λόγοι ἐξωτερικοὶ* »ausserhalb der peripatetischen Schule übliche Erörterungen« festhalten, welche nicht nur dem Wortsinn am nächsten liegt[2], sondern auch materiell als die jedesmal zutreffende erwiesen worden ist. Aristoteles wählt offenbar ein allgemeineres Wort, um alle Schattirungen der von aussen her zuströmenden *δόξαι*, wie alterprobte Sentenzen der Dichter oder des Volksgeistes, dialectische Streitreden der Sophisten, akademische *διαιρέσεις*

---

[1] Simplicius S. 695, 34 *ἐξωτερικὰ δέ ἐστι τὰ κοινὰ καὶ δι' ἐνδόξων περαινόμενα, ἀλλὰ μὴ ἀποδεικτικὰ μηδὲ ἀκροαματικά.* Auf dieser Aristotelesstelle beruht wohl auch der Gebrauch des Wortes bei Iamblichos protr. p. 12 K. Man muss zuerst zur Philosophie ermahnen *κατά τινα κοινὸν καὶ δημώδη προτρεπτικὸν λόγον . . . ἀφ' οὗ δὴ λεληθότως ἀπὸ μὲν τῶν ἐξωτερικῶν ἐννοιῶν ἀποστησόμεθα, μεταβησόμεθα δὲ καὶ οἰκειωσόμεθα ταῖς κατὰ τὴν αἵρεσιν τεχνολογουμέναις ἀποδείξεσιν οἷον διά τινος γεφύρας ἢ κλίμακος κάτωθεν εἰς ὕψος ἀνιόντες.*

[2] Ich stimme mit Birt *Das antike Buchwesen* 43 6[1] soweit überein, dass auch ich *λόγοι* verstehe, »*welche für den Akroasenschreiber wie für den geschlossenen Zuhörerkreis, an den er sich wendet, sich draussen befinden, ausserhalb des Peripatos*«. Nur dass er unter dem Banne der herrschenden Anschauung *λόγοι* als die Dialoge, die draussen »auf dem Buchmarkt« sind, auffasst.

in einem bequemen allumfassenden Terminus vereinigen zu können. Ihnen allen, speciell aber der Xenokrateischen Akademie gegenüber fühlt sich der Meister mit den Genossen seines philosophischen Vereins[1] als eine innerlich compacte Einheit, welche sich nicht nur im Leben, sondern auch in der Wissenschaft durch das Verständniss der eigenthümlichen Kunstsprache und die Anerkennung der Schul-Axiome nach aussen hin bestimmt abschliesst. Für diese sind die κατὰ φιλοσοφίαν angelegten Lehrbücher bestimmt, die in ihrer eigenthümlichen Terminologie stenographischen Aufzeichnungen gleichen, zu denen nur die Schüler den Schlüssel besassen.[2] Im Gegensatz zu diesen ist alles 'draussen' übliche Gerede anderer Natur. Es ist nicht alles falsch oder verwerflich, im Gegentheil die peripatetische Methode ist unermüdlich darin, das alte Gold der Laien- und Philosophenweisheit zu nutzen, aber diese unbewiesenen oder nach aristotelischer Auffassung höchstens dialektisch gültigen Wahrheiten sind für den Peripatetiker nur Rohmaterial. Erst die wissenschaftliche Methode, die das Eigenthum τῶν ἔσω ist, giebt die Mittel zur Prüfung und Läuterung. Daher erscheinen namentlich im Beginne der Untersuchung auch die exoterischen λόγοι, ihre Übereinstimmung verbürgt die Richtigkeit des eingeschlagenen Weges, aber erst der Verlauf der methodischen Untersuchung, die Prüfung mit den jeder Wissenschaft eignen Principien (ἀρχαὶ οἰκεῖαι) und die Aufstellung schulmässig begründeter Definitionen stempelt nach Aristoteles' Lehre die δόξα zur ἐπιστήμη. An die Stelle der λόγοι, die ihrer Methode nach διαλεκτικοί oder σοφιστικοί, ihrem Ursprunge nach ἐξωτερικοί heissen, treten die λόγοι διδασκαλικοί (Soph. El. 2 p. 165 ᵃ39) oder κατὰ φιλοσοφίαν.

So lange der Peripatos den exclusiven Charakter den concurrirenden Schulen gegenüber bewahrte und in zielbewusstem Ausbau des Systems sich des innigen Zusammenhanges mit den Absichten des Stifters bewusst blieb, konnte auch, wie Eudem zeigt, der Terminus λόγοι ἐξωτερικοὶ lebendig bleiben. Als aber die Schule unter unwürdigen Diadochen immer mehr verflachte und ruhm- und namenlos in die allgemeine Eklektik auslief, waren die Bedingungen zum Ver-

[1] Die Meinung von v. Wilamowitz' Philol. Unters. IV 268 Aristoteles sei immer noch Theilhaber des akademischen Thiasos geblieben, scheint mir sowohl an und für sich als gegenüber dem Zeugniss Diog. V 4 unhaltbar. Im Testament können wir keine Verfügungen darüber erwarten, da die Schulangelegenheit schon bei seiner Abreise nach Chalkis mit Theophrast geordnet sein musste. Das Verdienst des Theophrast um die Schule liegt in der Erwerbung des Grundbesitzes, der wünschenswerthe, aber nicht nothwendige Vorbedingung zur Stiftung eines θίασος war.

[2] Galen. de sophism. XIV 585 K. σύνηθες δὲ τὸ τοιοῦτο τάχος τῷ φιλοσόφῳ καὶ καθάπερ ἐπὶ σημείων ἐκφέρειν τὰ πολλὰ καὶ διὰ τὸ πρὸς τοὺς ἀκηκοότας ἤδη γράφεσθαι. Die Andeutungen Galen's über die Entstehung seiner eigenen Schriften geben manchen bis jetzt ungenutzten Wink zur Aufhellung des Ursprungs der aristotelischen Lehrbücher.

ständnisse jenes Ausdruckes nicht mehr vorhanden. Eine eingehende Vergleichung aller in Betracht kommenden Stellen vorzunehmen, war man bei dem Zurücktreten der akroamatischen Schriftengattung nicht geneigt oder im Stande, und eine Erklärung zu versuchen, welche den mühsam verkleisterten Riss zwischen Akademie und Peripatos aufzeigen musste, lag am allerwenigsten im Interesse dieser conciliatorischen Richtung. So blieb der Blick, wenn ein solches Citat begegnete, an der äusserlichen Coincidenz mit den damals noch im Vordergrunde stehenden Dialogen haften. Diese Stufe des Verständnisses tritt uns in den eklektischen Kreisen entgegen, denen Cicero und Strabo ihre beiläufigen Bemerkungen hierüber verdanken. Als Andronikos dann eine neue Aera der aristotelischen Schule begründete, fand er diese Tradition bereits vor und sah keinen Anlass sie abzuändern, da bei ihm wie bei der ganzen von ihm begründeten Commentatorenschule wohl ein fein ausgebildetes philosophisches Verständniss des Systems und ausgebreitete Gelehrsamkeit, aber eine oft recht unzureichende philologische Schulung hervorgetreten ist. Es wäre daher sehr wenig wohl gethan, in der vorliegenden Streitfrage, die hauptsächlich durch eindringende philologische Interpretation zu lösen ist, sich von der antiken Tradition der Erklärer oder gar der Eklektiker beeinflussen zu lassen.

Ausgegeben am 26. April.

1883.
XX.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

19. April. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Kronecker las die umstehend folgende Abhandlung: Zur Theorie der elliptischen Functionen.

2. Derselbe legte eine Mittheilung des correspondirenden Mitgliedes der Classe Hrn. Lipschitz in Bonn vor, betitelt: Untersuchungen über die Bestimmung von Oberflächen mit vorgeschriebenem Ausdruck des Linearelements, welche im nächsten Sitzungsbericht der Classe erscheinen wird.

Zur Theorie der elliptischen Functionen.

Von L. Kronecker.

Die hier folgenden Entwickelungen sollen zur Vorbereitung und Begründung von Resultaten dienen, welche ich einerseits bei meinen Untersuchungen über die allgemeinen Invarianten (vergl. die Sitzung vom 20. April v. J.) und andererseits bei denen über die elliptischen Functionen mit singulären Moduln erlangt habe, und welche ich in weiteren Mittheilungen auseinandersetzen werde.

I.

Ich behalte die Bezeichnungen bei, welche ich in meinen früheren auf die Theorie der elliptischen Functionen bezüglichen Aufsätzen, namentlich in den Monatsberichten vom Januar 1863 (S. 46), vom Juli 1880 (S. 697), vom October 1880 (S. 857) und vom December 1881 (S. 1168) angewendet habe und setze demgemäss:

$$\vartheta(\zeta, w) = \sum_\nu e^{\frac{1}{4}(\nu^2 w + 4\nu\zeta - 2\nu)\pi i} \qquad (\nu = \pm 1, \pm 3, \pm 5, \ldots).$$

Hiernach ist auch (vergl. Monatsbericht vom October 1880, S. 857):

$$\vartheta(\zeta, w) = 2e^{\frac{1}{4}w\pi i} \sin \zeta\pi \prod_n (1 - e^{2nw\pi i}) \prod_{n,\varepsilon} (1 - e^{2(nw + \varepsilon\zeta)\pi i}),$$
$$(\varepsilon = +1, -1;\, n = 1, 2, 3, \ldots)$$

und wenn $\vartheta'(\zeta, w)$ die nach ζ genommene Ableitung von $\vartheta(\zeta, w)$ bedeutet:

$$\vartheta'(0, w) = \pi \sum_\nu (-1)^{\frac{1}{2}(\nu-1)} \nu e^{\frac{1}{4}\nu^2 w\pi i} = 2\pi e^{\frac{1}{4}w\pi i} \prod (1 - e^{2nw\pi i})^3,$$
$$(\nu = \pm 1, \pm 3, \pm 5, \ldots;\, n = 1, 2, 3, \ldots)$$

also:

$$\left(\frac{2\pi}{\vartheta'(0, w)}\right)^{\frac{1}{3}} \vartheta(\zeta, w) = 2e^{\frac{1}{6}w\pi i} \sin \zeta\pi \prod_{n,\varepsilon} (1 - e^{2(nw + \varepsilon\zeta)\pi i}) \quad (\varepsilon = +1, -1;\, n = 1, 2, 3, \ldots).$$

Die Grösse ζ ist hierbei ganz beliebig, die Grösse w aber der einzigen Bedingung unterworfen, dass der reelle Theil von wi negativ

sein muss. Bedeuten nun ferner σ, τ beliebige complexe Grössen, w_1, w_2 aber solche, für die der reelle Theil von $w_1 i$ und $w_2 i$ negativ wird, und setzt man zur Abkürzung:

$$(4\pi^2)^{\frac{1}{3}} e^{\tau^2(w_1+w_2)\pi i} \cdot \frac{\vartheta(\sigma+\tau w_1, w_1)\,\vartheta(\sigma-\tau w_2, w_2)}{\left(\vartheta'(0, w_1)\,\vartheta'(0, w_2)\right)^{\frac{1}{3}}}$$

gleich

$$\Lambda(\sigma, \tau, w_1, w_2),$$

so wird:

$$\Lambda(\sigma, \tau, w_1, w_2) = e^{\left(\tau^2-\tau+\frac{1}{6}\right)(w_1+w_2)\pi i} \prod_{\alpha,\varepsilon,n}\left(1 - e^{2(nw_\alpha+\varepsilon\tau w_\alpha\pm\varepsilon\sigma)\pi i}\right).$$

Die Multiplication ist hier auf die Werthe $\alpha = 1, 2$ und $\varepsilon = +1, -1$ und für $\varepsilon = +1$ auf die Werthe $n = 0, 1, 2, 3, \ldots$, für $\varepsilon = -1$ aber nur auf die Werthe $n = 1, 2, 3, \ldots$ zu erstrecken; das obere oder untere Zeichen bei $\pm\varepsilon\sigma$ gilt, je nachdem $\alpha = 1$ oder $\alpha = 2$ ist. Geht man zu den Logarithmen über, so kommt:

$$\log\Lambda(\sigma, \tau, w_1, w_2) = \left(\tau^2-\tau+\frac{1}{6}\right)(w_1+w_2)\pi i + \sum_{\alpha,\varepsilon,n}\log\left(1 - e^{2(nw_\alpha+\varepsilon\tau w_\alpha\pm\varepsilon\sigma)\pi i}\right),$$

und die Summation ist hier auf die Werthe

$$\alpha = 1, 2;\quad \varepsilon = 1;\quad n = 0, 1, 2, 3, \ldots$$
$$\alpha = 1, 2;\quad \varepsilon = -1;\quad n = 1, 2, 3, \ldots$$

zu erstrecken.

Beschränkt man jetzt die Grössen σ, τ durch die Bedingung, dass der reelle Theil von $(nw_\alpha + \varepsilon\tau w_\alpha \pm \varepsilon\sigma)i$ für beide Werthe $\varepsilon = +1$ und $\varepsilon = -1$ negativ sein soll, so ist die Reihenentwickelung

$$\log\left(1 - e^{2(nw_\alpha+\varepsilon\tau w_\alpha\pm\varepsilon\sigma)\pi i}\right) = -\sum_m \frac{1}{m} e^{2m(nw_\alpha+\varepsilon\tau w_\alpha\pm\varepsilon\sigma)\pi i} \qquad (m = 1, 2, 3, \ldots)$$

zulässig, und für den Logarithmus links ist derjenige zu nehmen, dessen absoluter Betrag möglichst klein ist. Da für $\varepsilon = +1$ der kleinste Werth von n gleich Null, für $\varepsilon = -1$ aber gleich Eins ist, so ist die einschränkende Bedingung für σ, τ dahin zu formuliren, dass die reellen Theile der vier Grössen

$$(\tau w_1 + \sigma)i\ ,\ \ w_1 i - (\tau w_1 + \sigma)i\ ,\ \ (\tau w_2 - \sigma)i\ ,\ \ w_2 i - (\tau w_2 - \sigma)i$$

negativ sein müssen. Wird nun noch die Bedingung hinzugenommen, dass τ reell, nicht negativ und kleiner als Eins sei, so ist

$$\frac{1}{2\pi^2}\sum_n \frac{e^{2n\tau\pi i}}{n^2} = \tau^2 - \tau + \frac{1}{6} \qquad (n = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \ldots),$$

und man erhält für log $\mathrm{A}(\sigma, \tau, w_1, w_2)$ folgenden Ausdruck:

$$\frac{(w_1+w_2)\,i}{2\pi}\sum_{n_0}\frac{e^{2n_0\tau\pi i}}{n_0^2} - \lim_{k=\infty,\,h=\infty}\lim\sum_{\alpha,\varepsilon,m,n}\frac{1}{m}e^{2m(nw_\alpha+\varepsilon\tau w_\alpha\pm\varepsilon\sigma)\pi i}\,.$$

$(n_0 = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \ldots;\ \alpha = 1, 2;\ \varepsilon = +1, -1;\ m = 1, 2, \ldots, h;\ n = 1, 2, \ldots, k$ und $n = 0$ für $\varepsilon = +1)$

Führt man in dem zweiten Theile dieses Ausdrucks zuerst die Summation in Beziehung auf n aus, so geht derselbe in folgenden über:

$$-\lim_{k=\infty,\,h=\infty}\lim\sum_{\alpha,\varepsilon,m}\frac{e^{2\varepsilon m(\tau w_\alpha\pm\sigma)\pi i}}{\varepsilon m}\cdot\frac{1-e^{2kmw_\alpha\pi i}}{1-e^{2\varepsilon mw_\alpha\pi i}}\,.$$

Hierin ist unter dem Summenzeichen die Grösse $e^{2kmw_\alpha\pi i}$ mit dem Ausdrucke

$$\frac{e^{2m(\tau w_\alpha\pm\sigma)\pi i}+e^{2m(w_\alpha-\tau w_\alpha\mp\sigma)\pi i}}{m(1-e^{2mw_\alpha\pi i})}$$

multiplicirt: da nun die auf alle Werthe von $m = 1, 2, 3, \ldots$ erstreckte Summe dieser Ausdrücke vermöge der Bedingung, dass die reellen Theile von

$$w_\alpha i\,,\ (\tau w_\alpha\pm\sigma)i\,,\ (w_\alpha-\tau w_\alpha\mp\sigma)i$$

negativ sein sollen, einen endlichen Werth hat, der Factor $e^{2kmw_\alpha\pi i}$ aber für wachsende Werthe von k sich der Null nähert, so fallen die mit eben diesem Factor multiplicirten Glieder weg, und es bleibt nur

$$-\lim_{h=\infty}\sum_{\alpha,\varepsilon,m}\frac{1}{\varepsilon m}\cdot\frac{e^{2\varepsilon m(\tau w_\alpha\pm\sigma)\pi i}}{1-e^{2\varepsilon mw_\alpha\pi i}}$$

übrig. Wird hierin m an Stelle von εm gesetzt, so ist die Summation auf die Werthe $m = \pm 1, \pm 2, \ldots \pm h$ zu erstrecken, und es kommt daher:

$$\log\mathrm{A}(\sigma,\tau,w_1,w_2) = \frac{(w_1+w_2)\,i}{2\pi}\sum_{n_0}\frac{e^{2n_0\tau\pi i}}{n_0^2} - \lim_{h=\infty}\sum_{\alpha,m}\frac{1}{m}\cdot\frac{e^{2m(\tau w_\alpha\pm\sigma)\pi i}}{1-e^{2mw_\alpha\pi i}}\,.$$

$(n_0 = \pm 1, \pm 2, \pm 3, \ldots;\ \alpha = 1, 2;\ m = \pm 1, \pm 2, \ldots \pm h)$

Zur weiteren Umformung des Summenausdrucks rechts bediene ich mich der Formel

$$\frac{e^{2mw\tau\pi i}}{1-e^{2mw\pi i}} = \frac{1}{2\pi i}\lim_{k=\infty}\sum_n\frac{e^{2n\tau\pi i}}{n-mw}\qquad (n = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots \pm k),$$

welche für beliebige complexe Grössen w und unter der Bedingung, dass τ reell, nicht negativ und kleiner als Eins sei, gültig ist, und welche unmittelbar aus der Entwickelung von $\cos 2mw\tau\pi$ und $\sin 2mw\tau\pi$ nach den cosinus und sinus der Vielfachen von $\tau\pi$ hervorgeht. Mit Hülfe der angegebenen Formel wird

$$2\pi i \sum_{\alpha, m} \frac{1}{m} \cdot \frac{e^{2m(\tau w_\alpha \pm \sigma)\pi i}}{1 - e^{2m w_\alpha \pi i}} = \lim_{k=\infty} \sum_{\alpha, m, n} \frac{e^{(\pm 2m\sigma + 2n\tau)\pi i}}{m(n - m w_\alpha)},$$

und der Ausdruck auf der rechten Seite geht, wenn für $\alpha = 2$ der Summationsbuchstabe m mit dem entgegengesetzten Vorzeichen genommen wird, in folgenden über:

$$\lim_{k=\infty} \sum_{m,n} \left(\frac{1}{m(n - m w_1)} - \frac{1}{m(n + m w_2)} \right) e^{2(m\sigma + n\tau)\pi i}$$

oder

$$-(w_1 + w_2) \lim_{k=\infty} \sum_{m,n} \frac{e^{2(m\sigma + n\tau)\pi i}}{m^2 w_1 w_2 + mn(w_1 - w_2) - n^2}.$$

$$(m = \pm 1, \pm 2, \ldots \pm h;\ n = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots \pm k)$$

Setzt man zur Vereinfachung

$$\frac{w_1 w_2}{w_1 + w_2} = a_0 i, \quad \frac{w_1 - w_2}{w_1 + w_2} = b_0 i, \quad \frac{-1}{w_1 + w_2} = c_0 i,$$

so sind w_1 und $-w_2$ die beiden Wurzeln der quadratischen Gleichung

$$a_0 + b_0 w + c_0 w^2 = 0,$$

und der zweite Theil des obigen Ausdrucks für $\log \Lambda(\sigma, \tau, w_1, w_2)$, nämlich:

$$-\lim_{k=\infty} \sum_{\alpha, m} \frac{1}{m} \cdot \frac{e^{2m(\tau w_\alpha \pm \sigma)\pi i}}{1 - e^{2m w_\alpha \pi i}}$$

erhält gemäss vorstehender Entwickelung die Form:

$$-\frac{1}{2\pi} \lim_{h=\infty, k=\infty} \lim \sum_{m,n} \frac{e^{2(m\sigma + n\tau)\pi i}}{a_0 m^2 + b_0 mn + c_0 n^2} \quad \begin{pmatrix} m = \pm 1, \pm 2 \ldots \pm h \\ n = 0, \pm 1, \pm 2 \ldots \pm k \end{pmatrix},$$

während der erste Theil, nämlich

$$\frac{(w_1 + w_2)\,i}{2\pi} \sum_n \frac{e^{2n\tau\pi i}}{n^2} \qquad (n = \pm 1, \pm 2, \ldots)$$

gleich

$$-\frac{1}{2\pi} \lim_{k=\infty} \sum_n \frac{e^{2n\tau\pi i}}{c_0 n^2} \qquad (n = \pm 1, \pm 2, \ldots \pm k)$$

wird. Es resultirt daher die Hauptgleichung:

$$(\mathfrak{A}) \qquad \log \Lambda(\sigma, \tau, w_1, w_2) = \frac{-1}{2\pi} \lim_{h=\infty, k=\infty} \lim \sum_{m,n} \frac{e^{2(m\sigma + n\tau)\pi i}}{a_0 m^2 + b_0 mn + c_0 n^2};$$

die Summation ist hierbei auf alle ganzen Zahlen m von $-h$ bis $+h$ und auf alle ganzen Zahlen n von $-k$ bis $+k$ auszudehnen, jedoch mit Ausschluss des Werthsystems $m = 0$, $n = 0$; die Grössen w_1, w_2

sind complex und zwar so, dass die reellen Theile von $w_1 i$ und $w_2 i$ negativ werden; die Grössen a_0, b_0, c_0 sind hieraus so zu bestimmen, dass w_1 und $-w_2$ die beiden Wurzeln der quadratischen Gleichung

$$a_0 + b_0 w + c_0 w^2 = 0$$

werden und dass

$$4 a_0 c_0 - b_0^2 = 1$$

wird; endlich sind σ und τ den Bedingungen unterworfen, dass τ reell sein und der Ungleichheit

$$0 \leqq \tau < 1$$

genügen muss, während für

$$\sigma = \sigma^0 + \sigma' i \;,\; w_1 = w_1^0 + w_1' i \;,\; w_2 = w_2^0 + w_2' i$$

die Werthe der beiden Quotienten $\frac{\sigma'}{w_1'}$ und $\frac{-\sigma'}{w_2'}$ zwischen $-\tau$ und $1-\tau$ liegen müssen. Für das Werthsystem $\sigma = 0$, $\tau = 0$ werden in der Gleichung ($\mathfrak{A}$) beide Seiten negativ unendlich, und die Gleichung selbst verliert also in diesem Falle ihre concrete Bedeutung.

II.

Für die Function $\vartheta(\zeta, w)$ bestehen die Relationen:

$$\vartheta(\zeta, w) = -\vartheta(-\zeta, w) = -\vartheta(\zeta + 1, w),$$
$$\vartheta(\zeta, w) = e^{(w+2\zeta)\pi i}\,\vartheta(\zeta + w, w) = e^{(w-2\zeta)\pi i}\,\vartheta(\zeta - w, w),$$

deren Anwendung auf den mit $\Lambda(\sigma, \tau, w_1, w_2)$ bezeichneten Ausdruck

$$(4\pi^2)^{\frac{1}{3}}\, e^{\tau^2(w_1 + w_2)\pi i} \cdot \frac{\vartheta(\sigma + \tau w_1, w_1)\,\vartheta(\sigma - \tau w_2, w_2)}{\left(\vartheta'(0, w_1)\,\vartheta'(0, w_2)\right)^{\frac{1}{3}}}$$

unmittelbar die Relationen:

$$(\mathfrak{B}^0) \qquad \Lambda(\sigma, \tau, w_1, w_2) = \Lambda(\sigma + 1, \tau, w_1, w_2) = \Lambda(\sigma, \tau + 1, w_1, w_2)$$

ergiebt. Ebenso führt die Transformationsgleichung:

$$\vartheta(\zeta, w + 1) = e^{\frac{1}{4}\pi i}\,\vartheta(\zeta, w)$$

zu der Relation:

$$(\mathfrak{B}') \qquad \Lambda(\sigma, \tau, w_1, w_2) = \Lambda(\sigma + \tau, \tau, w_1 - 1, w_2 + 1),$$

während die Transformationsgleichung:

$$\vartheta\left(\zeta, \frac{-1}{w}\right) = -i\,(\sqrt{-wi})\, e^{\zeta^2 w\pi i}\,\vartheta(\zeta w, w)$$

und die durch Differentiation daraus entstehende:

$$2\pi i \sum_{\alpha,m} \frac{1}{m} \cdot \frac{e^{2m(\tau w_\alpha \pm \sigma)\pi i}}{1 - e^{2m w_\alpha \pi i}} = \lim_{k=\infty} \sum_{\alpha,m,n} \frac{e^{(\pm 2m\sigma + 2n\tau)\pi i}}{m(n - m w_\alpha)} ,$$

und der Ausdruck auf der rechten Seite geht, wenn für $\alpha = 2$ der Summationsbuchstabe m mit dem entgegengesetzten Vorzeichen genommen wird, in folgenden über:

$$\lim_{k=\infty} \sum_{m,n} \left(\frac{1}{m(n - m w_1)} - \frac{1}{m(n + m w_2)} \right) e^{2(m\sigma + n\tau)\pi i}$$

oder

$$-(w_1 + w_2) \lim_{k=\infty} \sum_{m,n} \frac{e^{2(m\sigma + n\tau)\pi i}}{m^2 w_1 w_2 + mn(w_1 - w_2) - n^2} .$$

$$(m = \pm 1, \pm 2, \ldots \pm h; \; n = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots \pm k)$$

Setzt man zur Vereinfachung

$$\frac{w_1 w_2}{w_1 + w_2} = a_0 i , \quad \frac{w_1 - w_2}{w_1 + w_2} = b_0 i , \quad \frac{-1}{w_1 + w_2} = c_0 i ,$$

so sind w_1 und $-w_2$ die beiden Wurzeln der quadratischen Gleichung

$$a_0 + b_0 w + c_0 w^2 = 0 ,$$

und der zweite Theil des obigen Ausdrucks für $\log \Lambda(\sigma, \tau, w_1, w_2)$, nämlich:

$$-\lim_{h=\infty} \sum_{\alpha,m} \frac{1}{m} \cdot \frac{e^{2m(\tau w_\alpha \pm \sigma)\pi i}}{1 - e^{2m w_\alpha \pi i}}$$

erhält gemäss vorstehender Entwickelung die Form:

$$-\frac{1}{2\pi} \lim_{h=\infty, k=\infty} \lim \sum_{m,n} \frac{e^{2(m\sigma + n\tau)\pi i}}{a_0 m^2 + b_0 mn + c_0 n^2} \quad \begin{pmatrix} m = \pm 1, \pm 2, \ldots \pm h \\ n = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots \pm k \end{pmatrix},$$

während der erste Theil, nämlich

$$\frac{(w_1 + w_2) i}{2\pi} \sum_n \frac{e^{2n\tau\pi i}}{n^2} \qquad (n = \pm 1, \pm 2, \ldots)$$

gleich

$$-\frac{1}{2\pi} \lim_{k=\infty} \sum_n \frac{e^{2n\tau\pi i}}{c_0 n^2} \qquad (n = \pm 1, \pm 2, \ldots \pm k)$$

wird. Es resultirt daher die Hauptgleichung:

$$(\mathfrak{A}) \qquad \log \Lambda(\sigma, \tau, w_1, w_2) = \frac{-1}{2\pi} \lim_{h=\infty, k=\infty} \lim \sum_{m,n} \frac{e^{2(m\sigma + n\tau)\pi i}}{a_0 m^2 + b_0 mn + c_0 n^2} ;$$

die Summation ist hierbei auf alle ganzen Zahlen m von $-h$ bis $+h$ und auf alle ganzen Zahlen n von $-k$ bis $+k$ auszudehnen, jedoch mit Ausschluss des Werthsystems $m = 0, n = 0$; die Grössen w_1, w_2

mit ganzzahligen Coefficienten $\alpha, \alpha', \beta, \beta'$, deren Determinante $\alpha\beta' - \alpha'\beta = 1$ ist, als eine Aufeinanderfolge jener zwei elementaren Substitutionen darstellen lässt, so folgt, dass für die Function Λ die allgemeine Relation:

$$(\mathfrak{B})\quad \Lambda(\sigma, \tau, w_1, w_2) = \Lambda\left(\alpha\sigma + \alpha'\tau + \alpha'', \beta\sigma + \beta'\tau + \beta'', \frac{\alpha w_1 - \alpha'}{-\beta w_1 + \beta'}, \frac{\alpha w_2 + \alpha'}{\beta w_2 + \beta'}\right)$$

bestehen muss, wenn darin $\alpha, \alpha', \alpha'', \beta, \beta', \beta''$ beliebige, nur der Bedingung $\alpha\beta' - \alpha'\beta = 1$ unterworfene ganze Zahlen bedeuten.

Führt man an Stelle der Grössen w_1, w_2, die Grössen a_0, b_0, c_0 ein, für welche

$$w_1 = \frac{-b_0 + i}{2c_0}, \quad w_2 = \frac{b_0 + i}{2c_0}, \quad 4a_0c_0 - b_0^2 = 1$$

ist, so kann die Relation $(\mathfrak{B})$ in folgender Form dargestellt werden:

$$(\mathfrak{B})\quad \Lambda\left(\sigma, \tau, \frac{-b_0 + i}{2c_0}, \frac{b_0 + i}{2c_0}\right) = \Lambda\left(\sigma', \tau', \frac{-b_0' + i}{2c_0'}, \frac{b_0' + i}{2c_0'}\right),$$

mit den Bedingungen:

$$\sigma' = \alpha\sigma + \alpha'\tau + \alpha'', \tau' = \beta\sigma + \beta'\tau + \beta'', \alpha\beta' - \alpha'\beta = 1$$

$$(\mathfrak{B}_0)\qquad \begin{aligned} a_0' &= a_0\alpha^2 + b_0\alpha\alpha' + c_0\alpha'^2, \\ b_0' &= 2a_0\alpha\beta + b_0(\alpha\beta' + \alpha'\beta) + 2c_0\alpha'\beta', \\ c_0' &= a_0\beta^2 + b_0\beta\beta' + c_0\beta'^2, \end{aligned}$$

in welchen $\alpha, \alpha', \alpha'', \beta, \beta', \beta''$ ganze Zahlen bedeuten. Es besteht daher die Relation:

$$(\mathfrak{B}_1)\qquad \Lambda(\sigma, \tau, w_1, w_2) = \Lambda(\sigma', \tau', w_1', w_2'),$$

wenn

$$\sigma' = \alpha\sigma + \alpha'\tau + \alpha'', \tau' = \beta\sigma + \beta'\tau + \beta''$$

ist, wenn ferner w_1 und $-w_2$ die beiden Wurzeln der Gleichung $a_0 + b_0w + c_0w^2 = 0$ und $w_1', -w_2'$ diejenigen der Gleichung $a_0' + b_0'w' + c_0'w'^2 = 0$ sind, und wenn endlich a_0', b_0', c_0' die Coefficienten der durch die ganzzahlige Substitution

$$x = \alpha x' + \beta y', y = \alpha' x' + \beta' y' \qquad (\alpha\beta' - \alpha'\beta = 1)$$

aus der quadratischen Form $a_0x^2 + b_0xy + c_0y^2$ hervorgehenden transformirten Form $a_0'x'^2 + b_0'x'y' + c_0'y'^2$ bedeuten. Definirt man zwei Systeme

$$(\sigma, \tau, a_0, b_0, c_0), (\sigma', \tau', a_0', b_0', c_0')$$

als äquivalent, wenn ihre Elemente durch die Bedingungsgleichungen $(\mathfrak{B}_0)$ mit einander verbunden sind, so ist dies vermöge der Bedingung, dass die Substitutionscoefficienten $\alpha, \alpha', \alpha'', \beta, \beta', \beta''$ ganze Zahlen sein

sollen, eine »arithmetische Äquivalenz«, und es ist auf Grund der Relation ($\mathfrak{B}_1$)

die transcendente Function der Systems-Elemente σ, τ, b_0, c_0

$$\Lambda\left(\sigma, \tau, \frac{-b_0+i}{2c_0}, \frac{b_0+i}{2c_0}\right)$$

als »analytische Invariante« jener arithmetischen Äquivalenz

zu bezeichnen.

Die hier entwickelte Invarianten-Eigenschaft von Λ führt zu der interessanten Aufgabe, die Function Λ so umzuformen, dass eben diese Invarianten-Eigenschaft in Evidenz tritt. Für den Logarithmus von Λ ist diese Aufgabe durch die obige Gleichung ($\mathfrak{A}$) der Hauptsache nach gelöst; für die Function Λ selbst soll aber diese Aufgabe zunächst behandelt werden, und erst dann soll eine weitere Umformung der Gleichung ($\mathfrak{A}$) zur völligen Klarlegung der Invarianten-Eigenschaft gegeben und eine Reihe allgemeiner Erörterungen daran geknüpft werden.

III.

Wird zur Abkürzung das Product

$$e^{\tau^2(w_1+w_2)\pi i}\, \vartheta(\sigma+\tau w_1, w_1)\, \vartheta(\sigma-\tau w_2, w_2)$$

durch $P(\sigma, \tau, w_1, w_2)$ bezeichnet, so ist auf Grund der Definition der ϑ-Reihen:

$$P(\sigma, \tau, w_1, w_2) = \sum_{\mu, \nu} e^{\pi i \phi(\mu, \nu)} \qquad (\mu, \nu = \pm 1, \pm 3, \pm 5, \ldots),$$

wo unter $\phi(\mu, \nu)$ der Ausdruck:

$$\frac{1}{4}(\mu^2 w_1 + \nu^2 w_2) + (\mu+\nu)\left(\sigma - \frac{1}{2}\right) + (\mu w_1 - \nu w_2)\tau + (w_1+w_2)\tau^2$$

zu verstehen ist. Setzt man hierin $\mu + \nu = 2m$, so kommt:

$$\phi(\mu, \nu) = \frac{1}{4}(w_1+w_2)(\nu-2\tau)^2 - m w_1(\nu - 2\tau) + m^2 w_1 + m(2\sigma - 1)$$

oder:

$$\phi(\mu, \nu) = \frac{1}{4}(w_1+w_2)\left(2\tau - \nu + \frac{2m w_1}{w_1+w_2}\right)^2 + \frac{m^2 w_1 w_2}{w_1+w_2} + m(2\sigma - 1).$$

Die Transformationsgleichung

$$\vartheta\left(\zeta, \frac{-1}{w}\right) = -i(\sqrt{-wi})\, e^{\zeta^2 w\pi i}\, \vartheta(\zeta w, w)$$

ergiebt aber, wenn darin $\zeta = \eta + \frac{1}{2w}$ gesetzt wird, die Relation:

$$(\sqrt{-wi}) \sum_{\nu} e^{w\pi i(\eta - \frac{1}{2}\nu)^2} = \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} e^{-(n^2 w' - 2n\eta + n)\pi i} \qquad \left(w' = \frac{1}{w}\right).$$

Wendet man nun diese Relation auf $\sum e^{\pi i \phi(\mu, \nu)}$ an, indem

$$w = w_1 + w_2 \text{ und } \eta = \tau + \frac{mw_1}{w_1 + w_2} = \tau + \frac{1}{2} m + \frac{1}{2} m \cdot \frac{w_1 - w_2}{w_1 + w_2}$$

genommen wird, so resultirt die Gleichung:

$$\left(\sqrt{-(w_1 + w_2) i}\right) \sum_{\mu, \nu} e^{\pi i \phi(\mu, \nu)} = \sum_{m, n} e^{\pi i \psi(m, n)},$$

in welcher $\psi(m, n)$ den Ausdruck:

$$\frac{1}{w_1 + w_2}\left(m^2 w_1 w_2 + mn(w_1 - w_2) - n^2\right) + mn + m(2\sigma - 1) + n(2\tau - 1)$$

bedeutet und die Summation auf alle ganzzahligen Werthe $m, n = -\infty$ bis $+\infty$ auszudehnen ist. Demnach ist, wenn, wie oben:

$$\frac{w_1 w_2}{w_1 + w_2} = a_0 i, \quad \frac{w_1 - w_2}{w_1 + w_2} = b_0 i, \quad \frac{-1}{w_1 + w_2} = c_0 i$$

gesetzt wird:

$$(\mathfrak{C}_0) \qquad P(\sigma, \tau, w_1, w_2) = (\sqrt{c_0}) \sum_{m, n} (-1)^{(m-1)(n-1)} e^{-(a_0 m^2 + b_0 mn + c_0 n^2)\pi + 2(m\sigma + n\tau)\pi i}$$

oder, wenn man zur Abkürzung die quadratische Form $a_0 x^2 + b_0 xy + c_0 y^2$ durch $f(x \,.\, y)$ bezeichnet:

$$P(\sigma, \tau, w_1, w_2) = (\sqrt{c_0}) \sum_{m, n} (-1)^{(m-1)(n-1)} e^{-\pi f(m, n) + 2(m\sigma + n\tau)\pi i}.$$

Die Differentiation des mit $P(\sigma, \tau, w_1, w_2)$ bezeichneten Products

$$e^{\tau^2(w_1 + w_2)\pi i}\, \vartheta(\sigma + \tau w_1, w_1)\, \vartheta(\sigma - \tau w_2, w_2)$$

ergiebt die drei Gleichungen:

$$\frac{\partial^2 P}{\partial\sigma\,\partial\sigma}(\sigma = 0 \,.\, \tau = 0) = 2\vartheta'(0, w_1)\, \vartheta'(0, w_2)$$

$$\frac{\partial^2 P}{\partial\sigma\,\partial\tau}(\sigma = 0 \,.\, \tau = 0) = (w_1 - w_2)\, \vartheta'(0, w_1)\, \vartheta'(0, w_2)$$

$$\frac{\partial^2 P}{\partial\tau\,\partial\tau}(\sigma = 0 \,.\, \tau = 0) = -2w_1 w_2\, \vartheta'(0, w_1)\, \vartheta'(0, w_2),$$

welche, wenn die drei zweiten Ableitungen für $\sigma = 0, \tau = 0$ kurz mit P_{11}, P_{12}, P_{22} bezeichnet werden, sich in folgender Weise darstellen lassen:

sollen, eine »arithmetische Äquivalenz«, und es ist auf Grund der Relation ($\mathfrak{B}_1$)

die transcendente Function der Systems-Elemente σ, τ, b_0, c_0

$$\Lambda\left(\sigma, \tau, \frac{-b_0 + i}{2c_0}, \frac{b_0 + i}{2c_0}\right)$$

als »analytische Invariante« jener arithmetischen Äquivalenz

zu bezeichnen.

Die hier entwickelte Invarianten-Eigenschaft von Λ führt zu der interessanten Aufgabe, die Function Λ so umzuformen, dass eben diese Invarianten-Eigenschaft in Evidenz tritt. Für den Logarithmus von Λ ist diese Aufgabe durch die obige Gleichung ($\mathfrak{A}$) der Hauptsache nach gelöst; für die Function Λ selbst soll aber diese Aufgabe zunächst behandelt werden, und erst dann soll eine weitere Umformung der Gleichung ($\mathfrak{A}$) zur völligen Klarlegung der Invarianten-Eigenschaft gegeben und eine Reihe allgemeiner Erörterungen daran geknüpft werden.

III.

Wird zur Abkürzung das Product

$$e^{\tau^2(w_1 + w_2)\pi i}\, \vartheta(\sigma + \tau w_1, w_1)\, \vartheta(\sigma - \tau w_2, w_2)$$

durch $P(\sigma, \tau, w_1, w_2)$ bezeichnet, so ist auf Grund der Definition der ϑ-Reihen:

$$P(\sigma, \tau, w_1, w_2) = \sum_{\mu,\nu} e^{\pi i \phi(\mu,\nu)} \qquad (\mu, \nu = \pm 1, \pm 3, \pm 5, \ldots),$$

wo unter $\phi(\mu, \nu)$ der Ausdruck:

$$\frac{1}{4}(\mu^2 w_1 + \nu^2 w_2) + (\mu + \nu)\left(\sigma - \frac{1}{2}\right) + (\mu w_1 - \nu w_2)\tau + (w_1 + w_2)\tau^2$$

zu verstehen ist. Setzt man hierin $\mu + \nu = 2m$, so kommt:

$$\phi(\mu, \nu) = \frac{1}{4}(w_1 + w_2)(\nu - 2\tau)^2 - m w_1(\nu - 2\tau) + m^2 w_1 + m(2\sigma - 1)$$

oder:

$$\phi(\mu, \nu) = \frac{1}{4}(w_1 + w_2)\left(2\tau - \nu + \frac{2 m w_1}{w_1 + w_2}\right)^2 + \frac{m^2 w_1 w_2}{w_1 + w_2} + m(2\sigma - 1).$$

Die Transformationsgleichung

$$\vartheta\left(\zeta, \frac{-1}{w}\right) = -i\left(\sqrt{-wi}\right) e^{\zeta^2 w \pi i}\, \vartheta(\zeta w, w)$$

Über Functionen einer beliebigen Anzahl unabhängiger Variabeln, welche durch Umkehrung der Integrale einer gleich grossen Anzahl gegebener Functionen entstehen.

Von L. Fuchs
in Heidelberg.

(Vorgelegt am 5. April [s. oben S. 341]).

In früheren Arbeiten[1] habe ich mich mit den Bedingungen beschäftigt, dass die Gleichungen

$$\int_{\zeta_1}^{z_1} f_1(z_1)\,dz_1 + \int_{\zeta_2}^{z_2} f_1(z_2)\,dz_2 = u_1$$

$$\int_{\zeta_1}^{z_1} f_2(z_1)\,dz_1 + \int_{\zeta_2}^{z_2} f_2(z_2)\,dz_2 = u_2$$

eindeutig lösbar seien. Es ergaben sich ausser den Bedingungen, welche das Verhalten von $f_1(z)$ und $f_2(z)$ in der Umgebung von singulären Stellen der Variabeln z und der Integrale dieser Functionen in Bezug auf unendlich oft wiederholte Umläufe betreffen, die beiden Bedingungen, dass $f_1(z)$, $f_2(z)$ nicht gleichzeitig für ein und denselben endlichen Werth von z verschwinden dürfen, und dass die Gleichung

$$A_1 f_1(z) + A_2 f_2(z) = 0$$

für nicht mehr als zwei Werthsysteme $\big(z, f_k(z)\big)$ befriedigt werden darf, und dass diese Lösungen den Gleichungen

$$\sum_{1}^{2}{}_{i} f_k(z_i)\,dz_i = 0 \quad k = 1, 2$$

Genüge leisten.

[1] Vergl. insbesondere Abhandlungen der Göttinger Societät, 8. Januar 1881, welche Abhandlung auch im Bulletin des Hrn. Darboux, Jahrgang 1881, wiedergegeben ist.

$$c_0 P_{11} = 2c_0 \vartheta'(0, w_1)\vartheta'(0, w_2).$$
$$c_0 P_{12} = -b_0 \vartheta'(0, w_1)\vartheta'(0, w_2).$$
$$c_0 P_{22} = 2a_0 \vartheta'(0, w_1)\vartheta'(0, w_2).$$

Wenn man diese drei Gleichungen der Reihe nach mit $a_0 . b_0 . c_0$ multiplicirt und dann zu einander addirt, so wird der Factor von $\vartheta'(0, w_1)\,\vartheta'(0, w_2)$ gleich $4a_0c_0 - b_0^2$, also gleich Eins, und man gelangt demnach zu der Relation:

$$c_0(a_0 P_{11} + b_0 P_{12} + c_0 P_{22}) = \vartheta'(0, w_1)\vartheta'(0, w_2).$$

Die Differentiation der auf der rechten Seite der Gleichung $(\mathfrak{C}_0)$ stehenden Reihe führt aber zu dem Ergebniss:

$$c_0(a_0 P_{11} + b_0 P_{12} + c_0 P_{22}) = 4\pi^2(\sqrt{c_0})^3 \sum_{m,n} (-1)^{(m-1)(n-1)} f(m, n) e^{-\pi f(m,n)},$$

und da

$$\mathrm{A}(\sigma, \tau, w_1, w_2) = \frac{(4\pi^2)^{\frac{1}{3}} P(\sigma, \tau, w_1, w_2)}{\left(\vartheta'(0, w_1)\vartheta'(0, w_2)\right)^{\frac{1}{3}}}$$

ist, so resultirt die für beliebige Grössen σ, τ gültige Hauptgleichung

$$(\mathfrak{C}) \qquad \mathrm{A}(\sigma, \tau, w_1, w_2) = -\frac{\sum (-1)^{(m-1)(n-1)} e^{-\pi f(m,n) + 2(m\sigma + n\tau)\pi i}}{\left(\sum (-1)^{(m-1)(n-1)} f(m, n) e^{-\pi f(m,n)}\right)^{\frac{1}{3}}},$$

welche die gesuchte Darstellung der Function A enthält.

Die Reihen auf der rechten Seite sind specielle (Rosenhain'sche) ϑ-Reihen mit zwei Variabeln; sie sind convergent, weil der reelle Theil von c_0 positiv und $4c_0 f(m, n) = m^2 + (b_0 m + 2c_0 n)^2$ ist. Die Gleichung $(\mathfrak{C})$ selbst kann auch als eine Formel zur Reduction jener speciellen ϑ-Reihen mit zwei Variabeln auf einfache ϑ-Reihen angesehen werden, und diese Reduction lässt sich, wenn in $(\mathfrak{C}_0)$ $\sigma = s + \frac{1}{2}, \tau = t + \frac{1}{2}$ genommen wird, so darstellen, dass die Doppelreihe

$$\sum_{m,n} (-1)^{mn} e^{-(a_0 m^2 + b_0 mn + c_0 n^2)\pi + 2(sm + tn)\pi i} \qquad (m, n = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots)$$

sich auf das Product von zwei einfachen Reihen, nämlich auf:

$$\frac{1}{(\sqrt{c_0})} \sum_n e^{((n+t)^2 w_1 + 2sn)\pi i} \cdot \sum_n e^{((n+t)^2 w_2 - 2sn)\pi i} \qquad (n = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots)$$

reducirt.

(Fortsetzung folgt.)

nicht verschwindet, alsdann ergeben sich aus den Gleichungen (1)[1] für $z_1 - c_1, z_2 - c_2, \ldots z_n - c_n$ Darstellungen durch Reihen, welche nach positiven ganzen Potenzen von $u_1 - v_1, u_2 - v_2, \ldots u_n - v_n$ entwickelt sind. Demnach sind in diesem Falle $z_1, z_2, \ldots z_n$ in der Umgebung der Werthe $v_1, v_2, \ldots v_n$ von $u_1, u_2, \ldots u_n$ eindeutig.

Setzen wir dagegen voraus, dass $c_1, c_2, \ldots c_n$ so beschaffen sind, dass

$$\text{(B)} \qquad D = 0$$

ohne dass jedoch die Unterdeterminanten erster Ordnung Null sind, alsdann kann man z. B. aus den ersten $n-1$ Gleichungen (1) $z_2 - c_2, z_3 - c_3, \ldots z_n - c_n$ durch Reihen darstellen, welche nach positiven ganzen Potenzen von $z_1 - c_1, u_1 - v_1, u_2 - v_2, \ldots u_{n-1} - v_{n-1}$ fortschreiten.

Bezeichnen wir die mit $f_k(c_i)$ multiplicirte Unterdeterminante von D mit $\mathfrak{A}_{ki}$, so ist

$$\text{(2)} \quad \mathfrak{A}_{n1}(z_i - c_i) = \mathfrak{A}_{ni}(z_1 - c_1) + \alpha_{i1}(u_1 - v_1) + \alpha_{i2}(u_2 - v_2) + \ldots + \alpha_{in-1}(u_{n-1} - v_{n-1}) + P_{i2} + P_{i3} + \ldots \quad i = 2, 3, \ldots n$$

wo P_{il} eine homogene Function l^{ter} Ordnung der Variabeln $z_1 - c_1$, $u_1 - v_1, u_2 - v_2, \ldots (u_{n-1} - v_{n-1})$ bezeichnet, und wo die α_{il} Unterdeterminanten der Determinante $\mathfrak{A}_{n1}$ darstellen.

Setzt man die Werthe (2) in die n^{te} der Gleichungen (1), so erhält man gemäss Gleichung (B)

$$\text{(C)} \quad \mathfrak{A}_{11}(u_1 - v_1) + \mathfrak{A}_{21}(u_2 - v_2) + \ldots + \mathfrak{A}_{n1}(u_n - v_n) = \mathfrak{Q}_2 + \mathfrak{Q}_3 + \ldots,$$

wo $\mathfrak{Q}_l$ eine ganze homogene Function von $z_1 - c_1, u_1 - v_1, u_2 - v_2, \ldots u_{n-1} - v_{n-1}$ l^{ter} Ordnung bezeichnet.

Wenn nicht alle Glieder der unendlichen Reihe $\mathfrak{Q}_2, \mathfrak{Q}_3, \ldots$ für $u_1 = v_1, u_2 = v_2, \ldots u_{n-1} = v_{n-1}$ und für einen beliebigen Werth von z_1 verschwinden, so sei unter den von $u_1 - v_1, u_2 - v_2, \ldots u_{n-1} - v_{n-1}$ unabhängigen Gliedern $C_m(z_1 - c_1)^m$ das von der niedrigsten Ordnung. Alsdann würden sich aus der Gleichung (C) für willkürliche Werthe von $u_1 - v_1, u_2 - v_2, \ldots u_n - v_n$, deren Modul hinlänglich klein, m Werthe von $z_1 - c_1$ ergeben, deren Modulen ebenfalls unterhalb einer gewissen Grenze bleiben.[2] Es würde sich demnach in der Umgebung von

[1] Vergl. Jacobi in Crelle's Journal Bd. 6 S. 274.

[2] Dieses ergiebt sich am einfachsten aus einem Satze, welchen Hr. Weierstrass in einem lithographirten Hefte, betitelt: »Einige auf die Theorie der analytischen Functionen mehrerer Variabeln sich beziehenden Sätze, zusammengestellt und dem mathematischen Verein zu Berlin übergeben. Berlin. H. S. Hermann.«, Seite 1 bis 6, bewiesen hat. Dieser Satz des Hrn. Weierstrass lässt sich kurz dahin aussprechen: Eine nach ganzen positiven Potenzen der $n+1$ Variablen $x, x_1, x_2, \ldots x_n$ fortschreitende Reihe $F(x, x_1, x_2, \ldots x_n)$ von der Beschaffenheit, dass $F(x, 0, \ldots 0) = F_0(x)$ nicht für

Im Folgenden erlaube ich mir mit Hülfe der in meinen genannten Arbeiten angewendeten Principien die Verallgemeinerung dieser letzteren Bedingungen für die eindeutige Lösbarkeit der Gleichungen

$$\sum_1^n{}_i \int_{\delta_i}^{z_i} f_k(z_i)\,dz_i = u_k \quad k = 1, 2, \ldots n$$

wenn n einen beliebigen Werth hat, zu liefern; indem ich mir für eine andere Gelegenheit vorbehalte, auf die Zusammenstellung der nothwendigen und hinreichenden Bedingungen für die eindeutige Lösbarkeit dieser Gleichungen in dem allgemeinen Falle überhaupt — in Übereinstimmung mit den Methoden meiner oben citirten Arbeiten — näher einzugehen.

1.

Es seien $f_1(z), f_2(z), \ldots f_n(z)$ Functionen der Beschaffenheit, dass jede symmetrische Function der den Gleichungen:

$$\text{(A)} \qquad \sum_1^n{}_i \int_{\delta_i}^{z_i} f_k(z_i)\,dz_i = u_k \quad k = 1, 2, \ldots n$$

genügenden Werthe $z_1, z_2, \ldots z_n$ eine eindeutige Function der unabhängigen Variabeln $u_1, u_2, \ldots u_n$ darstelle. Die Grössen $\delta_1, \delta_2, \ldots \delta_n$ bedeuten willkürlich gegebene Constanten, und es wird vorausgesetzt, dass in jeder der n Gleichungen das auf dieselbe Variable z_i bezügliche Integral auf demselben Wege ausgeführt werde.

Es seien $c_1, c_2, \ldots c_n$ gegebene Werthe von $z_1, z_2, \ldots z_n$ und $v_1, v_2, \ldots v_n$ zugehörige Werthe von $u_1, u_2, \ldots u_n$. Wir wollen voraussetzen, dass $c_1, c_2, \ldots c_n$ nicht zu den singulären Werthen einer der Functionen $f_1(z), f_2(z), \ldots f_n(z)$ gehören. Alsdann ergiebt sich aus den Gleichungen (A) nach dem Taylor'schen Satz:

$$\text{(1)} \qquad \sum_1^n{}_i f_k(c_i)(z_i - c_i) + \tfrac{1}{2}\sum_1^n{}_i f_k'(c_i)(z_i - c_i)^2 + \tfrac{1}{6}\sum_1^n{}_i f_k^{(2)}(c_i)(z_i - c_i)^3 + \ldots = u_k - v_k \quad k = 1, 2, \ldots n,$$

wo

$$f_k^{(\lambda)}(z) = \frac{d^\lambda f_k(z)}{dz^\lambda}.$$

Wenn die Grössen $c_1, c_2, \ldots c_n$ so beschaffen sind, dass die Determinante

$$D = \sum \pm f_1(c_1) f_2(c_2) \ldots f_n(c_n)$$

2.

Sind $z_1, z_2, \ldots z_n$ Functionen einer Variabeln ζ, welche die gleichzeitigen Werthe $z_i = c_i$ erhalten, und den Differentialgleichungen (D) genügen, so folgt aus diesen Gleichungen:

$$(1) \qquad \sum_1^n {}_i f_k(c_i)\left(\frac{dz_i}{d\zeta}\right)_0 = 0 \qquad k = 1, 2, \ldots n$$

$$(2) \qquad \sum_1^n {}_i f_k^1(c_i)\left(\frac{dz_i}{d\zeta}\right)_0^2 + \sum_1^n {}_i f_k(c_i)\left(\frac{d^2 z_i}{d\zeta^2}\right)_0, \qquad k = 1, 2, \ldots n$$

wo $\left(\frac{dz_i}{d\zeta}\right)_0, \left(\frac{d^2z_i}{d\zeta^2}\right)_0$ die Werthe von $\frac{dz_i}{d\zeta}, \frac{d^2z_i}{d\zeta^2}$ für die Anfangswerthe $z_i = c_i$ bezeichnen.

Vermöge der Gleichung (B) werden die Gleichungen (1) gleichzeitig befriedigt, und man erhält

$$(3) \qquad \left(\frac{dz_i}{d\zeta}\right)_0 = \rho \cdot \mathfrak{A}_{mi},$$

wo m eine beliebige der Zahlen $1, 2, \ldots n$ bedeutet, und ρ von i unabhängig ist.

Multiplicirt man die Gleichungen (2) der Reihe nach mit $\mathfrak{A}_{1l}$, $\mathfrak{A}_{2l}, \ldots \mathfrak{A}_{nl}$ und addirt dieselben, so ergiebt sich aus Gleichung (B)

$$(4) \qquad \sum_1^n {}_k \sum_1^n {}_i \mathfrak{A}_{kl} f_k'(c_i)\left(\frac{dz_i}{d\zeta}\right)_0^2 = 0,$$

wo für l eine beliebige der Zahlen $1, 2, \ldots n$ gewählt werden kann

Substituirt man die Werthe (3) in (4), so folgt

$$\sum_1^n {}_k \sum_1^n {}_i \mathfrak{A}_{kl} f_k'(c_i)\mathfrak{A}_{mi}^2 = 0,$$

oder mit Rücksicht auf die aus (B) sich ergebende Eigenschaft

$$\frac{\mathfrak{A}_{mi}}{\mathfrak{A}_{mk}} = \frac{\mathfrak{A}_{m'i}}{\mathfrak{A}_{m'k}}$$

$$(5) \qquad \mathfrak{A}_{m1}\frac{\partial D}{\partial c_1} + \mathfrak{A}_{m2}\frac{\partial D}{\partial c_2} + \ldots + \mathfrak{A}_{mn}\frac{\partial D}{\partial c_n} = 0.$$

Die Grössen $c_1, c_2, \ldots c_n$ waren willkürlich und nur durch die Gleichung (B) verbunden. Wir erhalten daher den folgenden Satz:

Sind $z_1, z_2, \ldots z_n$ beliebige Variabeln, welche nur durch die Gleichung

$$(E) \qquad \Delta = \Sigma \pm f_1(z_1) f_2(z_2) \ldots f_n(z_n) = 0$$

$u_1 = v_1, u_2 = v_2, \ldots u_n = v_n$ nicht jede symmetrische Function von $z_1, z_2, \ldots z_n$ eindeutig verhalten, und zwar würden $u_k = v_k$ wirkliche singuläre Stellen derselben sein, weil, wenn u_k auf willkürlichem Wege in v_k einrückt, gleichzeitig $z_i = c_i$ wird.

Wenn dagegen keines der Glieder $\mathfrak{Q}_2, \mathfrak{Q}_3, \ldots$ ein von $u_k - v_k$ unabhängiges Glied enthält, so wird der Gleichung (C) gemäss, wenn die $u_k - v_k$ unendlich klein erster Ordnung werden, der Ausdruck $\mathfrak{A}_{11}(u_1 - v_1) + \mathfrak{A}_{21}(u_2 - v_2) + \ldots + \mathfrak{A}_{n1}(u_n - v_n)$ unendlich klein zweiter Ordnung sein, d. h. es würde zwischen diesen unendlich kleinen Grössen die Gleichung

$$(3) \qquad \mathfrak{A}_{11}(u_1 - v_1) + \mathfrak{A}_{21}(u_2 - v_2) + \ldots + \mathfrak{A}_{n1}(u_n - v_n) = 0$$

stattfinden.

Demnach würden[1] die z_i nur dann in die c_i eintreffen können, wenn die letzten Wegelemente, auf welchen u_k nach v_k gelangt, von einander abhängig werden, also $u_1, u_2 \ldots u_n$ nicht mehr als von einander unabhängige Variabeln sich verhalten.

Wenn die Grössen $\mathfrak{Q}_2, \mathfrak{Q}_3, \ldots$ kein von $u_k - v_k$ unabhängiges Glied enthalten, so wird die Gleichung (C) für beliebige Werthe z_1 befriedigt, wenn $u_k = v_k$, oder, was dasselbe ist, wenn man in den Gleichungen (1) $u_k = v_k$ setzt, so werden dieselben identisch für die Variable z_1 befriedigt, wenn man für $z_i - c_i$ $(i = 2, 3, \ldots n)$ die nach Potenzen von $z_1 - c_1$ fortschreitenden Reihen (2) substituirt.

Die nothwendige und hinreichende Bedingung dafür, dass in der Umgebung von $u_k = v_k$, welchen die Werthe $z_i = c_i$ entsprechen, für die $D = 0$, jede symmetrische Function von $z_1, z_2, \ldots z_n$ sich eindeutig verhalte, ist also die, dass die Integrale von $n - 1$ der Differentialgleichungen

$$\text{(D)} \qquad \sum_1^n {}_i f_k(z_i)\, dz_i = 0 \quad k = 1, 2, \ldots n$$

mit den Anfangswerthen $z_i = c_i$ auch der n^{ten} dieser Differentialgleichungen genügen.

---

jeden Werth von x verschwindet, und zwar so, dass die niedrigste in $F_0(x)$ auftretende Potenz von x die m^{te} sei, lässt sich für hinlänglich kleine Moduln der Variablen in ein Product zweier Factoren zerlegen, wovon der eine für verschwindende Werthe der Variablen weder Null noch unendlich wird, der andere aber die Form hat $x^m + f_1 \cdot x^{m-1} + \ldots\ldots + f_m$, wo f_k eine nach ganzen positiven Potenzen der n Variablen $x_1, x_2, \ldots x_n$ fortschreitende Reihe darstellt.

[1] Vergl. meine citirte Abhandlung in den Abh. der Göttinger Societät No. 4.

$\Delta(1, 2, \ldots n-1, \rho)$ für $\rho = n, n+1, \ldots 2n-2$

mit Δ_ρ und den Coefficienten von $f_k(z_i)$ in Δ_ρ mit $A_{ki}(\rho)$, so ist

$$(1) \qquad \frac{\partial z_\rho}{\partial z_i}\frac{\partial \Delta_\rho}{\partial z_\rho} + \frac{\partial \Delta_\rho}{\partial z_i} = 0 \qquad i = 1, 2, \ldots n-1$$

$$(2) \qquad \frac{\partial \Delta(\alpha, \beta, \ldots \nu)}{\partial z_i} = 0,$$

wenn $\alpha, \beta, \ldots \nu$ von i verschieden sind, und

$$(2a) \qquad \frac{\partial \Delta(\alpha, \beta, \ldots \nu)}{\partial z_i} = \frac{A_{1i}(\alpha, \beta, \ldots \nu)}{A_{1i}(n)}\frac{\partial \Delta_n}{\partial z_i},$$

wenn eine der Zahlen $\alpha, \beta, \ldots \nu$ mit i übereinstimmt.

Ebenso ist

$$(3) \qquad \frac{\partial \Delta(\alpha, \beta, \ldots \nu)}{\partial z_\rho} = 0,$$

wenn $\alpha, \beta, \ldots \nu$ von ρ verschieden sind, aber

$$(3a) \qquad \frac{\partial \Delta(\alpha, \beta, \ldots \nu)}{\partial z_\rho} = \frac{A_{1\rho}(\alpha, \beta, \ldots \nu)}{A_{1\rho}(\rho)}\frac{\partial \Delta_\rho}{\partial z_\rho},$$

wenn eine der Zahlen $\alpha, \beta, \ldots \nu$ mit ρ übereinstimmt.

Setzt man die Werthe (2) bis (3a) in (F′) ein, so erhält man $\frac{(2n-2)(2n-3)\ldots(n+1)}{1 \cdot 2 \ldots n-2}$ lineare homogene Gleichungen zwischen den $2n-2$ Grössen

$$\frac{\partial \Delta_n}{\partial z_1}, \frac{\partial \Delta_n}{\partial z_2}, \ldots \frac{\partial \Delta_n}{\partial z_{n-1}}, \frac{\partial \Delta_n}{\partial z_n}, \frac{\partial \Delta_{n+1}}{\partial z_{n+1}}, \frac{\partial \Delta_{n+2}}{\partial z_{n+2}}, \ldots \frac{\partial \Delta_{2n-2}}{\partial z_{2n-2}}.$$

Es bestimmen $2n-2$ derselben die Verhältnisse dieser Grössen, folglich nach den Gleichungen (2) bis (3a) die Verhältnisse irgend zweier Ableitungen der Determinanten $\Delta(\alpha, \beta, \ldots \nu)$, und zwar ergeben sich vermöge der zwischen den Grössen $A_{mi}(\alpha, \beta, \ldots \nu)$ stattfindenden Relationen die Gleichungen

$$(H) \qquad A_{mi}(i, n, n+1, \ldots 2n-2)\frac{\partial \Delta_\rho}{\partial z_i} + A_{m\rho}(i, n, n+1, \ldots 2n-2)\frac{\partial \Delta_\rho}{\partial z_\rho} = 0$$

$$i = 1, 2, \ldots n-1, \; \rho = n, n+1, \ldots 2n-2.$$

Demnach folgt aus den Gleichungen (1)

$$(4)\quad \frac{\partial z_\varrho}{\partial z_i} A_{mi}(i, n, n+1, \ldots 2n-2) - A_{m\varrho}(i, n, n+1, \ldots 2n-2) = 0.$$

Hieraus ergiebt sich:

Wenn die Gleichungen (A) eindeutig lösbar sind, so finden zwischen den Grössen $z_1, z_2, \ldots z_{2n-2}$, welche der Gleichung (G) genügen, die n Differentialgleichungen

$$(\mathrm{J})\qquad \sum_1^{2n-2} {}_i f_k(z_i)\, dz_i = 0 \qquad k = 1, 2, \ldots n$$

statt.

Man sieht, dass für unsere Functionen $f_1(z), f_2(z), \ldots f_n(z)$ ein ähnliches Theorem besteht, wie für die Differentialquotienten der Integrale erster Gattung der algebraischen Functionen. Es ist bemerkenswerth, dass wir dieses Theorem in unserem allgemeinen Falle aus der Voraussetzung der eindeutigen Lösbarkeit der Gleichungen (A) direct herleiten konnten. Selbstverständlich gilt unsere Deduction auch für den speciellen Fall des Theorems bezüglich der Abelschen Integrale, welcher in der Theorie der Abelschen Functionen mit Hülfe des Abelschen Theorems hergeleitet wird.[1]

4.

In gleicher Weise, wie ich es für den besonderen Fall $n = 2$ bewiesen habe[2], gilt hier der Satz:

I. Damit die Gleichungen (A) eindeutig lösbar seien, dürfen nicht $f_1(z), f_2(z), \ldots f_n(z)$ gleichzeitig für ein und denselben endlichen Werth von z verschwinden.

Dieses vorausgesetzt, folgern wir aus dem Vorhergehenden den Satz:

II. Die Gleichung (G) wird durch nicht mehr als $2n-2$ Werthsysteme $(z_i, f_k(z_i))$ mit endlichem z_i befriedigt.

Denn genügt ausser den Werthsystemen $(z_i, f_k(z_i))$ für $i = 1, 2, \ldots 2n-2$ noch $z = z^1$, $f_k(z) = f_k(z^1)$, so hat man nach dem Satze der vorigen Nummer (Gleichung (J))

---

[1] Vergl. Riemann, Theorie der Abelschen Functionen, in Borchardt's Journal B. 54. No. 14.

[2] S. z. B. meine erwähnte Arbeit in den Abhandlungen der Gött. Societät. 8. Jan. 1881. No. 3.

$$(1)\qquad \sum_{1}^{2n-2}{}_i f_k(z_i)\,dz_i = 0 \qquad k = 1, 2, \ldots n$$

und

$$(2)\qquad \sum_{1}^{2n-2}{}_i f_k(z_i)\,dz_i - f_k(z_\alpha)\,dz_\alpha + f_k(z')\,dz' = 0 \qquad k = 1, 2, \ldots n,$$

wo α eine der Zahlen $1, 2, \ldots 2n-2$ bedeutet.

Durch Subtraction von (1) und (2) ergiebt sich

$$(3)\qquad f_k(z')\,dz' - f_k(z_\alpha)\,dz_\alpha = 0 \qquad k = 1, 2, \ldots n.$$

Da $n-1$ von den Grössen z_i willkürlich gewählt werden können, so seien z. B. $z_1, z_2, \ldots z_{n-1}$ willkürlich veränderlich. Aus (3) folgt z. B. successive für $\alpha = 1$, $\alpha = 2$

$$(4)\qquad f_k(z_1)\,dz_1 = f_k(z_2)\,dz_2 \qquad k = 1, 2, \ldots n,$$

woraus sich die Gleichungen

$$(5)\qquad \frac{f_k(z_1)}{f_1(z_1)} = \frac{f_k(z_2)}{f_1(z_2)} \qquad k = 1, 2, \ldots n$$

ergeben würden, welche nicht Statt haben können, da z_1, z_2 von einander unabhängig sind.

Es ist ausserdem dem Satze I zu Folge nicht möglich, dass die Gleichung (G) durch einen constanten, d. h. von $z_1, z_2, \ldots z_{n-1}$ unabhängigen endlichen Werth $z = b$ befriedigt werde, da dieses nur geschehen könnte, wenn (G) für willkürliche Werthe von $A_1, A_2, \ldots A_n$, durch $z = b$ befriedigt würde, oder dass $f_1(z), f_2(z), \ldots f_n(z)$ gleichzeitig für $z = b$ verschwinden würden.

5.

Sind $z_n, z_{n+1}, \ldots z_{2n-2}$ unabhängige Variabeln, und bestimmt man die Coefficienten $A_1, A_2, \ldots A_n$ so, dass die Werthsysteme $(z_i, f_k(z_i))$ für $i = n, n+1, \ldots 2n-2$ der Gleichung (G) genügen, so sind die übrigen Werthsysteme $(z_i, f_k(z_i))$ für $i = 1, 2, \ldots n-1$, welche (G) genügen, Functionen von $z_n, z_{n+1}, \ldots z_{2n-2}$, und es finden zwischen $z_1, z_2, \ldots z_{2n-2}$ die Gleichungen (J) statt.

Sind insbesondere $z_{n+1}, z_{n+2}, \ldots z_{2n-2}$ Constanten, und zwar $z_{n+i} = \gamma_i$, so werden $z_1, z_2, \ldots z_{n-1}$ Functionen von z_n, welche den Differentialgleichungen (D) genügen. Hieraus folgt:

I. Das allgemeine Integral der Differentialgleichungen (D) ist durch die Wurzeln der Gleichung

$$(K) \qquad \begin{vmatrix} f_1(z) & f_1(z_n) & f_1(\gamma_1) & \dots & f_1(\gamma_{n-1}) \\ f_2(z) & f_2(z_n) & f_2(\gamma_1) & \dots & f_2(\gamma_{n-1}) \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ f_n(z) & f_n(z_n) & f_n(\gamma_1) & \dots & f_n(\gamma_{n-1}) \end{vmatrix} = 0$$

mit der Unbekannten z dargestellt, in welcher $\gamma_1, \gamma_2, \dots \gamma_{n-1}$ willkürliche Constanten bedeuten.

Aus der vorigen Nummer ergiebt sich:

II. Die Gleichung (K) wird durch nicht mehr als $n-1$ Werthenpaare $(z, f_k(z))$ (Functionen von z_n, $f_k(z_n)$) befriedigt.

Ausgegeben am 26. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

1883.

XXI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

26. April. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Es wurde der am 21. April erfolgte Tod des Hrn. W. Peters, ordentlichen Mitgliedes der Akademie, angezeigt.

2. Hr. G. Kirchhoff las die umstehend folgende Mittheilung über die elektrischen Strömungen in einem Kreiscylinder.

3. Hr. Kronecker übergab die gleichfalls umstehend folgende Fortsetzung seiner in der letzten Classensitzung gemachten Mittheilung zur Theorie der elliptischen Functionen.

4. Hr. Prof. G. Hirschfeld in Königsberg sendet das fertig gestellte Material ein, welches sich auf seine im Auftrag der Akademie im August bis October 1882 durch Paphlagonien, Galatien und Pontus gemachte Reise bezieht, nämlich 1) ein Itinerar im Maassstab von 1:150000, 2) drei Streifen Profil der Route, 3) Bemerkungen über die Construction der Route und der Profile, 4) 60 photographische Aufnahmen von Monumenten und landschaftlich wichtigen Punkten.

5. Am 22. April feierte das ordentliche Mitglied der Akademie Hr. Lepsius sein fünfzigjähriges Doctorjubiläum. Die Akademie beglückwünschte ihn zu diesem Tage durch die im Anschluss an den heutigen Sitzungsbericht folgende Adresse.

6. Zur Feier des am 29. d. M. stattfindenden fünfzigjährigen Docentenjubiläums des correspondirenden Mitgliedes der philosophisch-

$$\text{(K)} \qquad \begin{vmatrix} f_1(z) & f_1(z_n) & f_1(\gamma_1) & \dots & f_1(\gamma_{n-1}) \\ f_2(z) & f_2(z_n) & f_2(\gamma_1) & \dots & f_2(\gamma_{n-1}) \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ f_n(z) & f_n(z_n) & f_n(\gamma_1) & \dots & f_n(\gamma_{n-1}) \end{vmatrix} = 0$$

mit der Unbekannten z dargestellt, in welcher $\gamma_1, \gamma_2, \dots \gamma_{n-1}$ willkürliche Constanten bedeuten.

Aus der vorigen Nummer ergiebt sich:

II. Die Gleichung (K) wird durch nicht mehr als $n-1$ Werthenpaare $(z, f_k(z))$ · (Functionen von $z_n, f_k(z_n)$) befriedigt.

Ausgegeben am 26. April.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

Über die elektrischen Strömungen in einem Kreiscylinder.

Von G. Kirchhoff.

Am 2. Juli 1880 habe ich der Akademie eine Methode zur Bestimmung der elektrischen Leitungsfähigkeit eines Körpers vorgelegt, der die Gestalt eines Stabes von quadratischem Querschnitt hat. Bei dieser Methode sind die Ecken, welche eine lange Kante begrenzen, mit den Polen einer Kette und die Ecken, die einer zweiten langen Kante angehören, mit den Enden des einen Gewindes eines Differentialgalvanometers zu verbinden. Jene Punkte wurden 1 und 4, diese 2 und 3 genannt. Es wurde einerseits gezeigt, wie experimentell der Widerstand ρ bestimmt werden kann, der $= P_2 - P_3$ ist, wenn P_2 und P_3 die Werthe bezeichnen, die das Potential in den Punkten 2 und 3 hat, wenn ein Strom von der Intensität 1 dem Stabe in den Punkten 1 und 4 zu- und abgeleitet wird. Andererseits ergab die Theorie, dass

$$\rho = \frac{l - a \cdot 0.7272}{a^2 k}$$

ist, wenn l die Länge des Stabes, a die Seite seines Querschnitts und k seine Leitungsfähigkeit bedeutet; eine Gleichung, aus der k berechnet werden kann, wenn ρ, l und a gemessen sind.

Eine ähnliche Methode ist offenbar anwendbar, wenn der zu untersuchende Körper ein Cylinder von kreisförmigem Querschnitt ist. Für den Versuch und für die Rechnung wird es dann am bequemsten sein, die Elektroden 1 und 4 in die Mittelpunkte der Grundflächen und die Punkte 2 und 3 in die Ränder derselben zu legen. Gemessen kann der Widerstand ρ, d. h. die Differenz $P_2 - P_3$, hier gerade so werden, wie in dem Fall des quadratischen Querschnitts; neu zu berechnen ist aber der Ausdruck, der ρ als Function der Dimensionen des Cylinders darstellt.

Mit der Theorie der Stromverbreitung in einem durch zwei senkrechte Querschnitte begrenzten, kreisförmigen Cylinder haben sich

Riemann und Hr. H. Weber beschäftigt. Jener[1] stellt für den Fall dass die Elektroden die Mittelpunkte der Endflächen sind, das Potential ϕ, durch eine Reihe dar, die nach den Sinus der Vielfachen der de Cylinderaxe parallelen Ordinate, z, des betrachteten Punktes fort schreitet. Eine Reihe derselben Art leitet Hr. Weber[2] für den Fal ab, dass die Elektroden zwei Punkte der Mantelfläche sind. Diese Reihen sind zur numerischen Rechnung sehr geeignet, wenn die Läng des Cylinders klein gegen seinen Radius ist, nicht aber in dem ent gegengesetzten Falle, der hier gerade in Betracht kommt. Eine Reihe die dann im Allgemeinen brauchbar ist, findet Hr. Weber in eine zweiten Abhandlung[3] durch Umformung seiner ursprünglichen Reihe es treten dabei Exponentialfunctionen an die Stelle der trigonometrische Functionen von z. Die Annahme, dass die Elektroden die Mittelpunkt der Endflächen sind, hat Hr. Weber nicht verfolgt; die Werthe, di dann das Potential in Punkten der Mantelfläche hat, kann man abe nach einem gewissen Reciprocitätssatze finden, indem man de Weber'schen Ausdruck auf die Mittelpunkte der Endflächen anwende Die Lösung der Aufgabe, um die es sich hier handelt, giebt in dessen die Reihe, auf die man so kommt, unmittelbar nicht, da si zu langsam convergirt, wenn der Punkt, für den sie gilt, im Rand einer Grundfläche liegt. Sie muss also noch einer Umformung unte worfen werden.

Es seien z, r und w die Cylindercoordinaten des Punktes, au den das Potential ϕ sich bezieht; es sei dieses von w unabhängig dann ist

$$\frac{\partial^2\phi}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial\phi}{\partial r} + \frac{\partial^2\phi}{\partial z^2} = 0.$$

Wird der Radius des leitenden Cylinders $= 1$ gesetzt, so ist

$$\text{für } r = 1 \quad \frac{\partial\phi}{\partial r} = 0.$$

Weiter werde angenommen, dass ϕ entgegengesetzte Werthe besit für entgegengesetzte Werthe von z.

---

[1] Zur Theorie der Nobili'schen Farbenringe; Pogg. Ann. Bd. 95. 1855.

[2] Über die Bessel'schen Functionen und ihre Anwendung auf die Theorie d elektrischen Ströme; Borchardt's Journal Bd. 75. 1872.

[3] Über die stationären Strömungen der Elektricität in Cylindern; Borchard Journal Bd. 75.

Nennt man $J_0(\lambda)$ und $J_1(\lambda)$ die Bessel'schen Functionen 0ter und erster Ordnung von λ, d. h. setzt man

$$J_0(\lambda) = 1 - \frac{\lambda^2}{2^2} + \frac{\lambda^4}{(2\cdot 4)^2} - \frac{\lambda^6}{(2\cdot 4\cdot 6)^2} + \ldots$$

und

$$J_1(\lambda) = -\frac{dJ_0(\lambda)}{d\lambda},$$

so genügt man allen diesen Bedingungen durch

$$\phi = A_0 z + \sum_1^\infty A_n \left(e^{\lambda_n z} - e^{-\lambda_n z}\right) J_0(\lambda_n r),$$

wo $A_0, A_1, A_2, \ldots$ willkürliche Constanten und $\lambda_1, \lambda_2, \ldots$ die positiven Wurzeln der Gleichung

$$J_1(\lambda) = 0$$

bezeichnen. Die Constanten A finden ihre Bestimmung, wenn die Werthe von $\frac{\partial \phi}{\partial z}$ für eine Grundfläche des Cylinders gegeben sind, durch die Sätze, dass

$$\int_0^1 J_0(\lambda_n r)\, J_0(\lambda_m r)\, r dr = 0,$$

wenn m und n verschieden sind, dass

$$\int_0^1 J_0(\lambda_n r)\, r dr = 0$$

und

$$\int_0^1 \left(J_0(\lambda_n r)\right)^2 r dr = \frac{1}{2}\left(J_0(\lambda_n)\right)^2$$

ist. Es folgt hieraus

$$A_0 = 2\int_0^1 \frac{\partial \phi}{\partial z}\, r dr$$

$$A_n = \frac{2\displaystyle\int_0^1 \frac{\partial \phi}{\partial z} J_0(\lambda_n r)\, r dr}{\lambda_n \left(e^{\lambda_n z} + e^{-\lambda_n z}\right)\left(J_0(\lambda_n)\right)^2},$$

wo für z der der Grundfläche entsprechende Werth zu setzen ist.

Nun sei für die beiden Grundflächen

$$z = \pm \frac{l}{2}$$

Riemann und Hr. H. Weber beschäftigt. Jener[1] stellt für den Fall, dass die Elektroden die Mittelpunkte der Endflächen sind, das Potential, ϕ, durch eine Reihe dar, die nach den Sinus der Vielfachen der der Cylinderaxe parallelen Ordinate, z, des betrachteten Punktes fortschreitet. Eine Reihe derselben Art leitet Hr. Weber[2] für den Fall ab, dass die Elektroden zwei Punkte der Mantelfläche sind. Diese Reihen sind zur numerischen Rechnung sehr geeignet, wenn die Länge des Cylinders klein gegen seinen Radius ist, nicht aber in dem entgegengesetzten Falle, der hier gerade in Betracht kommt. Eine Reihe, die dann im Allgemeinen brauchbar ist, findet Hr. Weber in einer zweiten Abhandlung[3] durch Umformung seiner ursprünglichen Reihe; es treten dabei Exponentialfunctionen an die Stelle der trigonometrischen Functionen von z. Die Annahme, dass die Elektroden die Mittelpunkte der Endflächen sind, hat Hr. Weber nicht verfolgt; die Werthe, die dann das Potential in Punkten der Mantelfläche hat, kann man aber nach einem gewissen Reciprocitätssatze finden, indem man den Weber'schen Ausdruck auf die Mittelpunkte der Endflächen anwendet. Die Lösung der Aufgabe, um die es sich hier handelt, giebt indessen die Reihe, auf die man so kommt, unmittelbar nicht, da sie zu langsam convergirt, wenn der Punkt, für den sie gilt, im Rande einer Grundfläche liegt. Sie muss also noch einer Umformung unterworfen werden.

Es seien z, r und w die Cylindercoordinaten des Punktes, auf den das Potential ϕ sich bezieht; es sei dieses von w unabhängig; dann ist

$$\frac{\partial^2\phi}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial\phi}{\partial r} + \frac{\partial^2\phi}{\partial z^2} = 0.$$

Wird der Radius des leitenden Cylinders $= 1$ gesetzt, so ist

$$\text{für } r = 1 \quad \frac{\partial\phi}{\partial r} = 0.$$

Weiter werde angenommen, dass ϕ entgegengesetzte Werthe besitzt für entgegengesetzte Werthe von z.

---

[1] Zur Theorie der Nobili'schen Farbenringe; Pogg. Ann. Bd. 95. 1855.

[2] Über die Bessel'schen Functionen und ihre Anwendung auf die Theorie der elektrischen Ströme; Borchardt's Journal Bd. 75. 1872.

[3] Über die stationären Strömungen der Elektricität in Cylindern; Borchardt's Journal Bd. 75.

findet man durch Entwickelung nach absteigenden Potenzen von $4n+1$

$$\frac{1}{\lambda_n J_0(\lambda_n)} = (-1)^n \sqrt{\frac{2}{4n+1}} \left\{ 1 + \frac{0.607928}{(4n+1)^2} + \frac{0.06160}{(4n+1)^4} + \frac{3.20586}{(4n+1)^6} \cdots \right\}.$$

Die Genauigkeit dieser Gleichung kann man aus der folgenden Zusammenstellung beurtheilen, in der in der Columne 1 die aus ihr berechneten Werthe von $\frac{1}{\lambda_n J_0(\lambda_n)}$ für $n = 1$, 2 und 3 angegeben sind, während die Columne 2 die entsprechenden Werthe, wie sie aus den HANSEN'schen Tafeln für die BESSEL'schen Functionen sich ergeben, enthält.

n	1	2
1	− 0.648027	− 0.647980
2	0.474950	0.474950
3	− 0.393644	− 0.393644

Nun ist nach der MACLAURIN'schen Summenformel

$$\sum_0^k (z+n)^h = \frac{(z+k)^{h+1} - z^{h+1}}{h+1} + \frac{1}{2} z^h - B_1 \frac{h}{1} \cdot \frac{z^{h-1}}{2} + B_2 \frac{h \cdot h-1 \cdot h-2}{1 \cdot 2 \cdot 3} \cdot \frac{z^{h-3}}{4}$$
$$- B_3 \frac{h \cdot h-1 \cdot h-2 \cdot h-3 \cdot h-4}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5} \cdot \frac{z^{h-5}}{6} + \ldots$$

wenn h eine negative Grösse, k eine unendlich grosse, ganze Zahl ist und B_1, B_2, .. die BERNOULLI'schen Zahlen bedeuten, also

$$B_1 = \frac{1}{6},\; B_2 = \frac{1}{30},\; B_3 = \frac{1}{42}, \ldots$$

ist. Hieraus folgt

$$\sum_0^k \frac{1}{\sqrt{z+n}} = 2\sqrt{k} - 2\sqrt{z} + \frac{1}{2}\frac{1}{\sqrt{z}} + \frac{1}{24}\frac{1}{\sqrt{z^3}} - \frac{1}{384}\frac{1}{\sqrt{z^7}} + \frac{1}{64512}\frac{1}{\sqrt{z^{11}}} - \ldots$$

$$\sum_0^k \frac{1}{\sqrt{(z+n)^5}} = \frac{2}{3}\frac{1}{\sqrt{z^3}} + \frac{1}{2}\frac{1}{\sqrt{z^5}} + \frac{5}{24}\frac{1}{\sqrt{z^7}} - \frac{7}{128}\frac{1}{\sqrt{z^{11}}} + \ldots$$

$$\sum_0^k \frac{1}{\sqrt{(z+n)^9}} = \frac{2}{7}\frac{1}{\sqrt{z^7}} + \frac{1}{2}\frac{1}{\sqrt{z^9}} + \frac{3}{8}\frac{1}{\sqrt{z^{11}}} - \frac{143}{640}\frac{1}{\sqrt{z^{15}}} + \ldots$$

$$\sum_0^k \frac{1}{\sqrt{(z+n)^{13}}} = \frac{2}{11}\frac{1}{\sqrt{z^{11}}} + \frac{1}{2}\frac{1}{\sqrt{z^{13}}} + \frac{13}{24}\frac{1}{\sqrt{z^{15}}} - \frac{221}{384}\frac{1}{\sqrt{z^{19}}} + \ldots$$

Diese Gleichungen erlauben ohne Mühe den Werth von

$$\sum_1^\infty \frac{1}{\lambda_n J_0(\lambda_n)}$$

und $\frac{\partial\phi}{\partial z} = 0$, ausser da, wo r unendlich klein ist; hier sei es unendlich gross und zwar so, dass

$$\text{für } z = \frac{l}{2} \qquad k 2\pi \int_0^1 \frac{\partial\phi}{\partial z}\, r dr = 1$$

ist; das entspricht der Anordnung, die hier zu untersuchen ist, und es wird dann

$$\rho = 2\phi\,,$$

wenn $z = \frac{l}{2}$, $r = 1$ in ϕ gesetzt wird. Hiernach hat man

$$k\pi A_0 = 1$$

$$k\pi A_n = \frac{1}{\lambda_n\left(e^{\frac{\lambda_n l}{2}} + e^{-\frac{\lambda_n l}{2}}\right)(J_0(\lambda_n))^2}\,,$$

und daher

$$k\pi\rho = l + 2\sum_1^\infty \frac{1 - e^{-\lambda_n l}}{1 + e^{-\lambda_n l}} \cdot \frac{1}{\lambda_n J_0(\lambda_n)}\,.$$

Da schon λ_1 etwa 3.8 ist, so wird, wenn die Länge des Cylinders auch nur ein mässiges Vielfaches seines Radius ausmacht, der erste Factor unter dem Summenzeichen $= 1$, also

$$k\pi\rho = l + 2\sum_1^\infty \frac{1}{\lambda_n J_0(\lambda_n)}$$

gesetzt werden dürfen.

Um die hier vorkommende Summe berechnen zu können, muss man den Ausdruck unter dem Summenzeichen umformen. Hr. STOCKES[1] hat für λ_n den Ausdruck angegeben

$$\frac{\lambda_n}{\pi} = n + 0.25 - \frac{0.151982}{4n+1} + \frac{0.015399}{(4n+1)^3} - \frac{0.245835}{(4n+1)^5} \cdots$$

Mit Hülfe dieser Gleichung und der Gleichung

$$J_0(\lambda_n) = \sqrt{\frac{2}{\pi\lambda_n}} \cos\left(\lambda_n - \frac{\pi}{4}\right)\left\{1 - \frac{1\cdot 9}{1\cdot 2\cdot(8\lambda_n)^2} + \cdots\right\}$$
$$+ \sqrt{\frac{2}{\pi\lambda_n}} \sin\left(\lambda_n - \frac{\pi}{4}\right)\left\{\frac{1}{1\cdot 8\lambda_n} - \frac{1\cdot 9\cdot 25}{1\cdot 2\cdot 3\cdot(8\lambda_n)^3} + \cdots\right\}$$

[1] Lord RAYLEIGH, Theory of Sound, vol. I p. 273.

Zur Theorie der elliptischen Functionen.

Von L. Kronecker.

(Fortsetzung.)

IV.

Die von Abel im Lehrsatz III (Art. II) seiner Abhandlung über die binomische Reihe und nachher von Anderen vielfach angewendete Reihen-Umformung,[1] welche der Umformung von Integralen durch partielle Integration entspricht, lässt sich, wie es auch an der citirten Stelle geschehen ist, durch die identische Gleichung:

$$\phi(k)\psi(k)+\sum_n\big(\phi(n)-\phi(n-1)\big)\psi(n)=\phi(k')\psi(k')+\sum_n\phi(n-1)\big(\psi(n-1)-\psi(n)\big)$$
$$(n=k+1,k+2,\ldots k')$$

darstellen. Wenn nun für reelle Werthe von ξ, welche in dem durch die Bedingung:

$$n\leqq\xi<n+1$$

bestimmten Intervalle liegen,

$$\phi(\xi)=\phi(n)$$

genommen und $\psi(\xi)$ als eine für alle reellen Werthe von ξ definirte, differentiirbare Function vorausgesetzt wird, so kann jene Gleichung auf folgende Form gebracht werden:

$$\phi(k)\psi(k)+\sum_n\big(\phi(n)-\phi(n-1)\big)\psi(n)=\phi(k')\psi(k')-\int_k^{k'}\phi(\xi)d\psi(\xi).$$
$$(n=k+1,k+2,\ldots k')$$

Bei dieser Form tritt es in Evidenz, dass die unendliche Reihe:

$$\sum_n\big(\phi(n)-\phi(n-1)\big)\psi(n)\qquad(n=1,2,3\ldots)$$

convergirt, wenn der absolute Werth von $\phi(k)$ auch für beliebig grosse Zahlen k stets kleiner als eine bestimmte positive Zahl $\mathfrak{p}$ bleibt, und wenn $\psi(\xi)$ eine stets positive, mit wachsendem Argument unendlich abnehmende Function ist. Denn es ist, wenn nach Weierstrass'scher

[1] Crelle's Journal, Bd. I, S. 314 und Abel, Oeuvres complètes, Nouvelle édition 1881, Tome I, p. 222.

mit einer für das Experiment mehr als ausreichenden Genauigkeit zu berechnen. Sie ergeben denselben

$$= -0.38479.$$

Die Gleichung für den Widerstand ρ ist daher

$$k\pi\rho = l - 0.76958.$$

Hierbei ist der Radius des Cylinders als Einheit der Länge angenommen; lässt man diese Einheit unbestimmt und bezeichnet den Radius durch r, so wird daher

$$\rho = \frac{l - r \cdot 0.76958}{k\pi r^2}.$$

$$\left|\sum_n e^{2n\tau\pi i}\left((2c_0 n \pm b_0 m)^2 + m^2\right)^{-1-\rho}\right| < \mathfrak{p}'\left(m^2 + \frac{1}{\lambda^2}\right)^{-1-\rho_0},$$
$$(n = k_m + 1\,,\, k_m + 2\,,\ldots k';\ \rho_0 \leq \rho \leq \rho_1)$$

wo $\mathfrak{p}'$ eine bestimmte positive Zahl, wie oben $\mathfrak{p}$, bedeutet. Da nun

$$\lambda\cdot\sum_{m=1}^{m=\infty}(\lambda^2 m^2 + 1)^{-1-\rho_0} < \lambda\cdot\int_0^\infty \frac{d\xi}{(\lambda^2\xi^2+1)^{1+\rho_0}} = \int_0^\infty \frac{dx}{(x^2+1)^{1+\rho_0}}$$

ist, und das letztere Integral unter der Voraussetzung $\rho_0 > -\frac{1}{2}$ einen endlichen Werth hat, so wird unter derselben Voraussetzung:

$$\lim_{\lambda=0}\sum_{m=1}^{m=\infty}\left(m^2+\frac{1}{\lambda^2}\right)^{-1-\rho_0} = \lim_{\lambda=0}\lambda^{1+2\rho_0}\cdot\lambda\sum_{m=1}^{m=\infty}(\lambda^2 m^2+1)^{-1-\rho_0} = 0.$$

Die Grösse λ kann hiernach stets so klein gewählt werden, dass der Werth der Summe:

$$\sum_{m=-\infty}^{m=+\infty}\left|\sum_n e^{2n\tau\pi i}\left((2c_0 n + b_0 m)^2 + m^2\right)^{-1-\rho}\right| \qquad (\pm n = k_m + 1\,,\, k_m + 2\,,\ldots)$$

und also auch der Werth von:

$$\sum_{m=-\infty}^{m=+\infty}\left|e^{2m\sigma\pi i}\sum_n e^{2n\tau\pi i} f(m\,,n)^{-1-\varrho}\right|$$

oder:

$$\sum_{m=-\infty}^{m=+\infty}\left|\sum_n e^{2(m\sigma+n\tau)\pi i} f(m\,,n)^{-1-\varrho}\right|$$

für alle Werthe von ρ, die nicht kleiner als ρ_0 sind, unter einer beliebig klein anzunehmenden Grenze bleibt, vorausgesetzt, dass σ reell und $\rho_0 > -\frac{1}{2}$ ist. Unter den angegebenen Voraussetzungen zeigt sich also einerseits der Grenzwerth:

$$\lim_{h=\infty\,,\,k=\infty}\lim\sum_{m,n} e^{2(m\sigma+n\tau)\pi i} f(m\,,n)^{-1-\varrho} \qquad (-h \leq m \leq h,\ -k \leq n < k \text{ ausser } m = n = 0)$$

als mit dem Grenzwerth:

$$\lim_{\lambda=0\,,\,h=\infty\,,\,k=\infty}\lim\lim\sum e^{2(m\sigma+n\tau)\pi i} f(m\,,n)^{-1-\varrho} \qquad (-h \leq m \leq h\,,\ -k_m \leq n \leq k_m \text{ ausser } m = n = 0),$$

in welchem die Summationsgrenzen k_m von λ abhängen, übereinstimmend, und andererseits zeigt sich dieser letztere Grenzwerth selbst als eine für $\rho > -\frac{1}{2}$ durchweg stetige Function von ρ. Da überdies für positive Werthe von ρ die über alle positiven und negativen Zahlen $m\,,n$ ausgedehnte Summe $\sum(m^2+n^2)^{-1-\varrho}$ ebenso wie das über alle reellen x und y, mit der Bedingung $x^2+y^2>1$, ausgedehnte Doppelintegral $\int(x^2+y^2)^{-1-\varrho}dx dy$ convergent ist, so ist die Reihe

$$\sum_{m,n} e^{2(m\sigma+n\tau)\pi i} f(m\,,n)^{-1-\varrho} \qquad (m, n = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots \text{ ausser } m = n = 0)$$

Weise der absolute Werth einer Grösse A mit $|A|$ bezeichnet wird,

$$\left|\int_k^{k'}\phi(\xi)d\psi(\xi)\right| < \mathfrak{p}\psi(k) \qquad (k<k'),$$

und das Integral:

$$\int_0^\infty\phi(\xi)d\psi(\xi),$$

welches bei der (offenbar gestatteten) Annahme $\phi(0) = 0$ mit dem negativen Werth der unendlichen Reihe:

$$\sum_n\big(\phi(n)-\phi(n-1)\big)\psi(n) \qquad (n = 1, 2, 3\ldots)$$

übereinstimmt, ist also convergent.

Wenn die Function $\psi(\xi)$, ausser von dem Argument ξ, noch von einer reellen Grösse ρ abhängt und, bei Festhaltung eines Werthes von ξ, in dem ganzen Intervalle $\rho_0 \leqq \rho < \rho_1$ stetig abnimmt, so ist für alle in jenem Intervalle liegenden Werthe von ρ der Voraussetzung nach $\psi(k,\rho) \leqq \psi(k,\rho_0)$ und also:

$$\left|\int_k^{k'}\phi(\xi)\,d\psi(\xi)\right| < \mathfrak{p}\psi(k,\rho_0). \qquad (\rho_0 < \rho \leqq \rho_1)$$

Hieraus folgt unmittelbar, dass unter den angegebenen Bedingungen das Integral $\int_0^\infty\phi(\xi)\,d\psi(\xi)$ und also auch die damit übereinstimmende Reihe $\Sigma\big(\phi(n)-\phi(n-1)\big)\psi(n)$ eine im Intervalle $\rho_0 \leqq \rho \leqq \rho_1$ durchweg stetige Function von ρ ist.

Man kann nun unter Beibehaltung der oben eingeführten Bezeichnungen

$$\big(m^2 + (b_0 m + 2c_0 n)^2\big)^{-1-\rho} \qquad (\rho > -1)$$

für $\psi(n)$ und sowohl $\cos 2n\tau\pi$ als $\sin 2n\tau\pi$ für $\phi(n) - \phi(n-1)$ nehmen, falls man nur den Werth $\tau = 0$, ferner complexe (imaginäre) Werthe von b_0, c_0 und endlich solche Werthe von n ausschliesst, für welche $b_0 m + 2c_0 n$ negativ ist. Unter diesen Vorbehalten erfüllen nämlich die Functionen $\phi(n)$ und $\psi(n)$ die oben für dieselben aufgestellten Bedingungen.

Es sei jetzt λ eine reelle, positive, beliebig kleine Grösse, und k_m bedeute die kleinste positive, den beiden Bedingungen:

$$2ck_m + bm > \frac{1}{\lambda}, \qquad 2ck_m - bm > \frac{1}{\lambda}$$

zugleich genügende ganze Zahl. Alsdann ist gemäss der vorstehenden Entwickelungen:

V.

Setzt man in der mit $f(m, n)$ bezeichneten quadratischen Form:

$$a_0 m^2 + b_0 mn + c_0 n^2$$

$m = \alpha m' + \beta n'$, $n = \alpha' m' + \beta' n'$, wo α, α', β, β' ganze Zahlen bedeuten, für welche $\alpha\beta' - \alpha'\beta = 1$ ist, so geht dieselbe nach der oben im Art. II. angewandten Bezeichnung in die transformirte Form

$$a'_0 m'^2 + b'_0 m'n' + c'_0 n'^2$$

über. Diese transformirte Form $f'(m', n')$ stellt für die verschiedenen ganzzahligen Werthe von m', n' genau dieselben Grössen dar, wie die ursprüngliche Form, und die beiden unendlichen Doppelreihen:

$$\sum_{m,n} e^{2(m\sigma+n\tau)\pi i} f(m, n)^{-1-\rho}, \qquad \sum_{m',n'} e^{2(m'\sigma'+n'\tau')\pi i} f'(m', n')^{-1-\rho}$$

stimmen in den einzelnen Gliedern und folglich für $\rho > 0$ auch in ihrem Werthe mit einander überein. Durch die Gleichung $(\mathfrak{D}_0)$ wird daher die Invarianten-Eigenschaft von $\log \Lambda$ in Evidenz gesetzt, während der Ausdruck von $-2\pi \log \Lambda$ in der Gleichung $(\mathfrak{A})$, nämlich:

$$\lim_{h=\infty,k} \lim_{=\infty} \sum_{m,n} e^{2(m\sigma+n\tau)\pi i} f(m, n)^{-1} \quad \begin{pmatrix} m=0, \pm 1, \pm 2, \ldots \pm h \\ n=0, \pm 1, \pm 2, \ldots \pm k \end{pmatrix} \text{ ausser } m=n=0$$

bei Einführung der transformirten Form f' an Stelle von f formal verändert wird. Es bedurfte eben, um die Invarianten-Eigenschaft von $\log \Lambda$ unmittelbar hervortreten zu lassen, noch des Nachweises, dass jener Ausdruck von $-2\pi \log \Lambda$ in der Gleichung $(\mathfrak{A})$ zugleich

$$\lim \sum_{m,n} e^{2(m\sigma+n\tau)\pi i} f(m, n)^{-1-\rho} \quad (m, n = 0, \pm 1, \pm 2, \ldots \text{ ausser } m=n=0)$$

für $\rho = 0$ darstellt. Dieser Nachweis ist im Art. IV in einfachster Weise geführt; eben derselbe Nachweis kann aber auch nach jener Methode gegeben werden, welche DIRICHLET im §. 1 seiner Abhandlung: »*Recherches sur diverses applications de l'analyse infinitésimale à la théorie des nombres*« (CRELLE's Journal Bd. XIX, S. 331) angewendet hat.

Die citirte DIRICHLET'sche Methode beruht auf der Darstellung von $h^{-1-\rho}$ durch den Integral-Ausdruck:

$$-\frac{1}{\Gamma(\rho+2)} \int_0^1 x^h \, d\left(\log \frac{1}{x}\right)^{1+\rho}.$$

Mit Hülfe derselben wird:

$$\sum_{m,n} e^{2(m\sigma+n\tau)\pi i} f(m, n)^{-1-\rho} = -\frac{1}{\Gamma(\rho+2)} \int_0^1 F(x) \, d\left(\log \frac{1}{x}\right)^{1+\rho},$$

wo zur Abkürzung:

$$F(x) = \sum_{m,n} e^{2(m\sigma+n\tau)\pi i} x^{f(m,n)}$$

für $\rho > 0$ auch dann convergent, wenn man für die einzelnen Glieder ihre absoluten Werthe nimmt, und sie behält demnach bei jeder beliebigen Weise der Summationsordnung denselben Werth. Die obige Hauptgleichung ($\mathfrak{A}$) geht daher in folgende über:

$$(\mathfrak{D}_0)\quad \log \Lambda(\sigma, \tau, w_1, w_2) = \frac{-1}{2\pi} \lim_{\rho=0} \sum_{m,n} \frac{e^{2(m\sigma+n\tau)\pi i}}{(a_0 m^2 + b_0 mn + c_0 n^2)^{1+\rho}},$$

in welcher $\rho, \sigma, \tau, a_0, b_0, c_0$ beliebige, nur den Bedingungen:

$$\rho > 0, \quad a_0 > 0, \quad c_0 > 0, \quad 4a_0c_0 - b_0^2 = 1$$

unterworfene, reelle Grössen und $w_1, -w_2$ die Wurzeln der Gleichung

$$a_0 + b_0 w + c_0 w^2 = 0$$

bedeuten, und in welcher die Summation rechts auf alle ganzzahligen Werthe von m und n, mit Ausschluss des Werthsystems $m = n = 0$, in beliebig zu bestimmender Folge zu erstrecken ist. Die frühere Beschränkung von τ auf das Intervall zwischen Null und Eins konnte in diesem Resultat offenbar fallen gelassen werden; aber das Werthsystem $\sigma = 0, \tau = 0$ ist in der Gleichung ($\mathfrak{D}$) aus eben demselben Grunde wie in der Gleichung ($\mathfrak{A}$) auszuschliessen, da hier wie dort beide Seiten der Gleichung negativ unendlich werden.

Bedeutet Δ eine reelle positive Grösse und setzt man:

$$a = a_0\sqrt{\Delta}, \quad b = b_0\sqrt{\Delta}, \quad c = c_0\sqrt{\Delta},$$

so sind die drei reellen Grössen a, b, c einzig und allein der Beschränkung unterworfen, dass der mit Δ übereinstimmende Werth von $4ac - b^2$ positiv sei. Gemäss der Gleichung ($\mathfrak{D}_0$) ist daher für solche Grössen a, b, c, wenn zur Abkürzung

$$w_1 = \frac{-b + i\sqrt{\Delta}}{2c}, \qquad w_2 = \frac{b + i\sqrt{\Delta}}{2c}$$

gesetzt wird:

$$(\mathfrak{D})\quad \log \Lambda(\sigma, \tau, w_1, w_2) = \frac{-\sqrt{\Delta}}{2\pi} \lim_{\rho=0} \sum_{m,n} \frac{e^{2(m\sigma+n\tau)\pi i}}{(am^2 + bmn + cn^2)^{1+\rho}}.$$

Das durch diese Gleichung ausgedrückte Resultat habe ich bereits in meinem oben citirten Aufsatze[1] vom Januar 1863, jedoch ohne Beweis, mitgetheilt. Die dort angewendeten Bezeichnungen sind von den hier eingeführten etwas verschieden; um die Übereinstimmung herzustellen, müsste für die dortigen Grössen

$$\sigma, \tau, a, b, c, D, x, y$$

der Reihe nach

$$\tau, \sigma, 2c, b, 2a, \Delta, n, m$$

genommen werden.

---

[1] Vgl. den Monatsbericht vom Januar 1863, S. 46, sowie auch den vom Februar 1880, S. 161.

Adresse an Hrn. LEPSIUS zur Feier seines fünfzigjährigen Doctorjubiläums am 22. April 1883.

Den Tag, an welchem Sie vor fünfzig Jahren mit der Erlangung der Doctorwürde bei der philosophischen Facultät der hiesigen Universität Ihre ruhmvolle Gelehrtenlaufbahn beschritten haben, feiert heute mit Ihnen auch die Königliche Akademie der Wissenschaften, welche das Glück hat, Sie den ihrigen zu nennen, und bittet, im Rückblick auf das zurückgelegte halbe Jahrhundert, zugleich mit der freudigen Anerkennung des reichen Ertrages Ihrer Lebensarbeit Ihnen ihre innigsten Glückwünsche darbringen zu dürfen.

Angezogen von den Problemen der damals mächtig aufstrebenden Sprachwissenschaft haben Sie von vornherein den Culturanfängen der alten Völkerwelt und ihren Zusammenhängen in Sprache und Schrift, in Kunst und Religion Ihre besondere Aufmerksamkeit zugewendet, und schon als junger Mann in einer Reihe verdienstlicher, zum Theil von den höchsten Gelehrtenkreisen mit Beifall aufgenommenen Schriften zur Paläographie und Sprachvergleichung, sowie zur Alterthumskunde der altitalischen Völker die scharfe Beobachtungsgabe, die glückliche Combinationskraft und die wissenschaftliche Sorgfalt bekundet, welche alle Ihre späteren Arbeiten auszeichnen.

Bei dieser Richtung Ihres geistigen Strebens bedurfte es für Sie nur der durch einen mehrjährigen Aufenthalt in Paris und Italien ermöglichten Anschauung der dort geborgenen Denkmale aus dem alten Pharaonenland, sowie der persönlichen Berührung mit den damaligen Vertretern der jungen Ägyptologie, um Sie ganz an das Arbeitsfeld zu fesseln, auf welchem Ihnen ein bleibender Ruhm erwachsen sollte. Wohl hatte, auf den scharfsinnigen Entdeckungen Dr. TH. YOUNG's fussend, JEAN FRANÇOIS CHAMPOLLION sein unsterbliches Werk schon vollbracht und durch die Entzifferung der Hieroglyphen den ersten Einblick in die Sprache und Litteratur des alten Volkes eröffnet, aber Sie kamen mit Ihrer *Lettre à M. ROSELLINI sur l'alphabet hieroglyphique* (1837) noch zeitig genug, um selbst an diesem Unterbau aller weiteren Forschung bessernd und ordnend mitzuhelfen. In dem Wettkampf

gesetzt ist, und es ist nun nur noch zu zeigen, dass $F(x)$ in dem Intervalle der Integration stets endlich bleibt. Dies erhellt unmittelbar, so lange nicht x gleich oder in der Nähe von Eins ist. Für die nahe bei Eins liegenden Werthe von x lässt sich aber die Endlichkeit von $F(x)$ durch »Transformation« der ϑ-Reihe:

$$\sum_{m,n}' e^{(a_0 m^2 + b_0 mn + c_0 n^2)\xi + 2(m\sigma + n\tau)\pi i},$$

welche für $\xi = \log x$ mit $F(x)$ identisch ist, nachweisen, da die transformirte ϑ-Reihe sich — unter der Voraussetzung, dass nicht σ und τ zugleich Null sind — mit abnehmendem ξ der Null nähert.

Verbindet man die beiden mit ($\mathfrak{C}$) und ($\mathfrak{D}_0$) bezeichneten Gleichungen mit einander und berücksichtigt dabei, dass

$$f(m, n) = f(-m, -n)$$

und also

$$\sum_{m,n}' e^{2(m\sigma + n\tau)\pi i} f(m, n)^{-1-\rho} = \sum_{m,n}' f(m, n)^{-1-\rho} \cos 2(m\sigma + n\tau)\pi$$

ist, so gelangt man zu der merkwürdigen Formel:

$$(\mathfrak{E}) \quad \frac{\sum (-1)^{(m-1)(n-1)} e^{-\pi f(m,n) + 2(m\sigma + n\tau)\pi i}}{\left(\sum (-1)^{(m-1)(n-1)} f(m, n)\, e^{-\pi f(m,n)}\right)^{\frac{1}{3}}} = -e^{-\lim \sum' (2\pi f(m,n))^{-1-\rho} \cos 2(m\sigma + n\tau)\pi},$$

in welcher sich der *limes* links auf den Werth $\rho = 0$ und jede der drei Summationen auf alle ganzzahligen Werthe von m und n, jedoch links mit Ausschluss des Systems $m = n = 0$, bezieht; dabei ist

$$f(m, n) = a_0 m^2 + b_0 mn + c_0 n^2$$

und ρ, σ, τ, a_0, b_0, c_0 bedeuten reelle, nur den Bedingungen:

$$\rho > 0, \quad a_0 > 0, \quad c_0 > 0, \quad 4a_0 c_0 - b_0^2 = 1$$

unterworfene Grössen.

(Fortsetzung folgt.)

ihm zu Gebot stehenden Hülfsmitteln arbeitete. Was Sie gaben, war immer sicher fundamentirt, allseitig durchdacht, wohl ausgereift. In weiser Selbstbeschränkung haben Sie darauf verzichtet, auch das, was man noch nicht völlig verstehen konnte, verstehen oder die ganze Fülle der Probleme Ihrer jungen Wissenschaft auf einmal bewältigen zu wollen; nie ist es Ihnen beigekommen, den Mangel des Wissens durch Phantasiegebilde zu ersetzen. Nur mit klar vorliegenden Realitäten und mit dem bis dahin Verstandenen operirend, haben Sie es vorgezogen, langsam aber methodisch zur Lichtung des Dunkels vorzudringen und einzelne Marksteine und Pfeiler hinzustellen, auf welchen die Kommenden weiter bauen können.

Noch vieles Andere haben Sie vollbracht. Das hiesige ägyptische Museum, das erste in Deutschland, der besten eines auf dem Continent, nach Ihren Entwürfen ausgeführt, mit den von Ihnen geholten Antiquitäten geschmückt, unter Ihrer Vorstandschaft systematisch bereichert, ist nicht blos für Männer vom Fach, sondern für Alle, welche im Studium der Künste und Gewerbe bis zu den letzten Quellen vordringen wollen, ein Fundort reichster Belehrung geworden. Mit den unter Ihrer Leitung hergestellten Hieroglyphentypen wird jetzt allerwärts gedruckt. Die seit 1864 von Ihnen redigirte Zeitschrift ist ein Sammelpunkt für alle ägyptologische und verwandte Studien geworden. Ihr auf Grund langjähriger, ausgedehnter Beschäftigung mit den Lautverhältnissen der menschlichen Sprachen ausgearbeitetes Standard-Alphabet hat in seiner Anwendung durch die Bibel- und Missionsgesellschaften weitreichende Bedeutung erlangt. Noch in vorgerücktem Alter war es Ihnen beschieden, in Ihrer »Nubischen Grammatik« auf Grund Ihrer früheren Sammlungen eine werthvolle Vorarbeit für die Lösung der Frage nach der Sprache der äthiopischen Denkmäler zur Vollendung zu bringen, und in der vorangeschickten »Einleitung über die Völker und Sprachen Afrika's« klar und grossartig gedachte, unter allen Umständen anregende und fruchtbare Gesichtspunkte zur Gruppirung der Völker des schwarzen Continents und zur Aufhellung der vorgeschichtlichen Verbreitung der Menschheit aufzustellen.

Auf so reiche und grosse Erfolge einer fünfzigjährigen Thätigkeit im Dienste der Wissenschaft können Sie, hochverehrter Herr Jubilar, heute mit gerechter Befriedigung zurückblicken. Zwei Generationen von Fachgenossen in allen Ländern schauen zu Ihnen, dem Altmeister und Bannerträger ihrer Zunft, mit Dank und Verehrung empor. Die Freunde und Forscher des Alterthums feiern Sie als ihrer Trefflichsten einen. Auch die Akademie wollte es Ihnen heute bezeugen, wie hoch sie Ihre Verdienste um die Wissenschaft und die Ehre, welche Sie

ihr eingebracht, zu schätzen weiss; sie will insbesondere Ihnen he noch den Dank aussprechen für die Hingebung, mit welcher Sie rath und thatend während einer mehr als dreissigjährigen Mitgliedsch ihre Zwecke gefördert haben.

Möge es Ihnen vergönnt sein, noch lange die Früchte Ihrer Ar zu geniessen und an dem Fortbau des von Ihnen gegründeten Hau durch Ihre jüngeren Freunde sich aufrichtig zu freuen!

Die Königlich Preussische Akademie der Wissenschafte

Adresse an Hrn. H. Sauppe in Göttingen zur Feier seines fünfzigjährigen Docentenjubiläums am 29. April 1883.

An dem Tage, welcher von der grossen Zahl Ihrer Schüler und Freunde als das Fest einer fünfzigjährigen Lehrthätigkeit gefeiert wird, kann es sich auch die Königliche Akademie der Wissenschaften, welche Sie seit zweiundzwanzig Jahren zu den Ihrigen zählt, nicht versagen, ihren Gruss und Glückwunsch zu senden. Wer der Entwickelung der klassischen Philologie im Deutschen Vaterlande gefolgt ist, weiss, was sie Ihrer Gelehrsamkeit, Ihrem Scharfsinn, Ihrem unermüdlichen Forschertriebe verdankt. Aus dem engsten Kreise von Gottfried Hermann's Schülern hervorgegangen, haben Sie den Gegensatz, welcher damals die Philologen spaltete, mit freiem Geist und selbständigem Urtheil überwunden. Schon in Leipzig haben Sie die geschichtliche Forschung, wie sie Böckh angebahnt hatte, voll zu würdigen gewusst und nachdem Sie Sich in der Epistola ad Godofredum Hermannum als einen Hellenisten ersten Ranges bewährt hatten, führte das Studium der attischen Redner, um deren gesammte Hinterlassenschaft Sie Sich ein unvergängliches Verdienst erworben haben, Sie mitten in das antike Leben hinein. Mit einer auf feinstem Sprachgefühl beruhenden Textkritik haben Sie eindringende Forschungen auf den verschiedensten Gebieten der griechischen Alterthumskunde zu verbinden gewusst. In altbekannten Schriften haben Sie neue Quellen zu lebendiger Kenntniss des Alterthums aufgespürt, von den neugefundenen Urkunden aber eine Reihe der wichtigsten zuerst beleuchtet und verwerthet. Sie haben die römischen Historiker, Dichter und Redner eindringenden Untersuchungen unterzogen und keine Ihrer zahlreichen Arbeiten auf dem Felde der Litteraturgeschichte, der politischen und religiösen Alterthümer, der attischen Topographie, der Künstlergeschichte ist ohne dauernde Anregung geblieben. Bei der seltenen Vielseitigkeit Ihres geistigen Strebens, welches das Alterthum als ein Ganzes umfasst und zugleich die klassische Zeit unserer eigenen Litteratur tief durchdrungen hat, waren Sie in hervorragender Weise zum Lehrer der Jugend berufen, und

der Samen echter Wissenschaft, welchen Sie zuerst in Zürich, darauf in Weimar und dann seit siebenundzwanzig Jahren als Professor der Georgia Augusta mit unermüdlicher Berufstreue ausgestreut haben, ist zu einer Ernte gereift, deren volle und dichte Garben Sie im Vaterlande und weit über die Grenzen desselben hinaus um Sich sehen, während Sie heute noch die reich gesegnete Arbeit mit rüstiger Kraft fortführen. Der Rückblick auf solche fünfzig Jahre wissenschaftlicher und amtlicher Thätigkeit muss Alle, denen die Ehre deutscher Wissenschaft am Herzen liegt, mit Freude und Stolz erfüllen und die Königliche Akademie bittet Sie, Ihren langjährigen Genossen, den Ausdruck freudiger Theilnahme an Ihrem Feste freundlich entgegenzunehmen. Möge es Ihnen vergönnt sein, Ihres Gelehrten- und Lehrerberufs noch lange mit ungeschwächter Kraft zu warten!

Die Königlich Preussische Akademie der Wissenschaften.

Jahresbericht über die Thätigkeit des Kaiserlich deutschen archaeologischen Instituts.

(In der öffentlichen Sitzung am 15. März erstattet von Hrn. Conze [s. oben S. 319]. — Mit Zusatz vom 26. April.)

Die periodischen Publicationen des Instituts, Monumenti, Annali und Bullettino in Rom, Mittheilungen in Athen und archaeologische Zeitung in Berlin nahmen ihren regelmässigen Fortgang. Das Erscheinen des Jahrganges 1882 der Monumenti und Annali erleidet einen geringen Aufschub um des sehr umständlichen Druckes einer Farbentafel willen, welche eine der Wandmalereien des neuerlich entdeckten antiken Hauses bei der Farnesina darstellt.

Die Secretariate in Rom und Athen besorgten neben ihren übrigen laufenden Arbeiten die Leitung der öffentlichen Sitzungen und die Abhaltung von Lehrkursen. Durch das athenische Secretariat veranlasst wird das Werk über Mykenische Thongefässe von den HH. Furtwängler und Löschke bald erscheinen. Von Rom aus wurde eine Anzahl kleiner Reiseerkundungen vorgenommen und durch Hrn. Mau Pompeji bei einem längeren Aufenthalte ins Auge gefasst. Dem athenischen Secretariate wurde es möglich, die neuerworbene griechische Provinz Thessalien zu zwei verschiedenen Malen durch Hrn. Lolling bereisen zu lassen, das eine Mal auch mit Berührung von Nordeuböa, und ansehnliche Ausbeute namentlich an epigraphischem Material zu gewinnen. Ausserdem besuchte Hr. Dörpfeld den Tempelplatz von Tegea und benutzte einen Urlaub, um an den Ausgrabungen des Hrn. Schliemann auf Hissarlik Theil zu nehmen, was als eine Förderung im Bereiche der Institutsaufgaben hier erwähnt werden kann.

Von den Sammelunternehmungen der Centraldirection ist die älteste, die der römischen Sarkophage, unter Hrn. Robert's Händen so weit gediehen, dass ein Beginn der Reproduction von Tafeln durch Hrn. Eichler, welcher bisher in Rom die Aufnahme des Materials in Zeichnung fortsetzte, neben dieser seiner noch fortlaufenden Hauptarbeit in Aussicht genommen werden konnte.

Von der Serie der Terracotten ist unter Hrn. Kekulé's Leitung der Band »Sicilien« nahezu vollendet, der Band »Tanagra« in Angriff genommen, Beide in künstlerischer Herstellung durch Hrn. Otto.

Die HH. Curtius und Kaupert haben von den attischen Karten das zweite Heft mit vier Blättern erscheinen lassen; von dem folgenden Hefte sind die Arbeiten bis zur Reproduction der Sectionen Vari und Markopulo vorgeschritten, während die Aufnahmen in Attika selbst ihren Fortgang nahmen. Ausser dem Hrn. von Bernhardi ist dort Hr. Wolff thätig gewesen.

Über die Art des Erscheinens einer Aufnahme von Mykenai in zwei Blättern durch Hrn. Steffen finden noch Verhandlungen statt: die Zeichnungen liegen fertig vor.

Von den etruskischen Urnen, jetzt unter Hrn. Körte's Händen, ist der zweite Band nahezu fertig, der dritte in Herstellung begriffen. Auch die Fortsetzung der Gerhardt'schen Ausgabe etruskischer Spiegel hat Hr. Körte gefördert.

Die Arbeiten an dem litterarischen Repertorium der Archaeologie, zunächst auf die Vorarbeiten für eine kritische Sammlung der antiken Statuen gerichtet, schritten unter Leitung des Hrn. Michaelis fort.

In der am 13. April und den folgenden Tagen 1882 abgehaltenen jährlichen Gesammtsitzung der Centraldirection wurde beschlossen die HH. Puchstein, Fabricius, Wissowa und Dürr dem Auswärtigen Amte zur Betheilung mit den Reisestipendien, sowie Hrn. Müller für das Stipendium der christlichen Archaeologie vorzuschlagen. Diesen Vorschlägen hat das Auswärtige Amt seine Bestätigung ertheilt. In derselben Sitzung wurden zu ordentlichen Mitgliedern des Instituts ernannt die HH. Dessau, Engelmann, Hettner, Schmidt und Wagner, zu correspondirenden Mitgliedern die HH. Giorgiadis, Rev. Hicks, Puchstein, Ohnefalsch-Richter, Schneider, Schwartz und Swoboda.

Ausgegeben am 3. Mai.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei

1883.
XXII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

10. Mai. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

Hr. von Helmholtz las: Thermodynamische Folgerungen, die galvanische Polarisation betreffend.

Die Mittheilung wird in einem der nächsten Sitzungsberichte erscheinen.

Untersuchungen über die Bestimmung von Oberflächen mit vorgeschriebenem Ausdruck des Linearelements.

Von R. Lipschitz
in Bonn.

(Fortsetzung der Mittheilungen vom 14. December 1882 und 8. Februar 1883.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 19. April [s. oben S. 495].)

In der Abhandlung: Théorie de la déformation des surfaces, hat Bour die allgemeine Aufgabe der Deformation der Oberflächen dahin formulirt, die rechtwinkligen Coordinaten der Punkte einer zu suchenden Oberfläche als Functionen von zwei unabhängigen Variabeln p und q so zu bestimmen, dass das Quadrat des Linearelements der Oberfläche gleich einem gegebenen Ausdruck

$$Edp^2 + 2Fdpdq + Gdq^2$$

wird. Um dies Problem zu behandeln, entwickelt Bour mehrere Methoden, wobei er annimmt, dass der gegebene Ausdruck des Quadrats des Linearelements auf gewisse Arten vereinfacht sei. Bei der zweiten Methode, auf welche der Verfasser das grösste Gewicht legt, setzt er voraus, dass jener Ausdruck die besondere Gestalt erhalten habe, in der $E = 1$, $F = 0$ ist, und die Gauss in art. 19 der disquisitiones generales circa superficies curvas angewendet hat. Alsdann kann der reciproke Krümmungsradius des Normalschnitts in dem Punkte (p, q) der gesuchten Oberfläche, welcher dem Fortschreiten von diesem Punkte nach dem Punkte $(p + dp, q + dq)$ entspricht, in die Gestalt gebracht werden

$$\frac{1}{\rho} = \frac{H_1 dp^2 - 2\,T dp \sqrt{G}\, dq + HG dq^2}{dp^2 + G dq^2}.$$

Für die Functionen H_1, T, H findet Bour zwei partielle Differentialgleichungen der ersten Ordnung, zu denen als dritte Gleichung die von Gauss herrührende Darstellung des Krümmungsmaasses $H_1 H - T^2$ hinzukommt. Diese drei Gleichungen nennt Bour die fundamentalen Gleichungen des Problems, und hebt hervor, dass, wenn

krümmungsradien ρ_1 und ρ_2 und dem Stellungswinkel σ gebildeten Verbindungen linear und homogen zusammengesetzt werden; gleichzeitig umfasst die dortige Gleichung (26) die nothwendigen und hinreichenden Bedingungen dafür, dass die betreffenden Ausdrücke vollständige Differentiale sind. Wenn man daher sowohl in den für dx, dy, dz angegebenen Ausdrücken wie auch in der genannten Gleichung (26), III statt ϑ und ϕ die Variabeln p und q einführt, so enthält die aus der Transformation entstehende Gleichung ebenfalls die nothwendigen und hinreichenden Bedingungen der Integrabilität für die transformirten Ausdrücke von dx, dy, dz. Die Abhängigkeit der Polarcoordinaten ϑ und ϕ von den Variabeln p und q muss aber so beschaffen sein, dass der in (16), III aufgestellte Ausdruck des Quadrats des Linearelements in den mit den Differentialen dp und dq gebildeten Ausdruck übergeht, oder dass die Gleichung

$$(1)\quad \rho_1^2(\cos\sigma d\vartheta - \sin\sigma\sin\vartheta d\phi)^2 + \rho_2^2(\sin\sigma d\vartheta + \cos\sigma\sin\vartheta d\phi)^2 = Edp^2 + 2Fdp\,dq + Gdq^2$$

erfüllt ist. Denkt man sich umgekehrt diesen Ausdruck, dessen Krümmungsmaass nicht verschwinden soll, gegeben, und fragt nach der Bestimmung der rechtwinkligen Coordinaten x, y, z als Functionen von p und q, so hat man die Aufgabe BOUR's auf ein Transformationsproblem zurückgeführt, das jetzt zu erörtern ist.

Wenn die linke und rechte Seite von (1) in je zwei complexe conjugirte, nach den vorkommenden Differentialen lineare Factoren zerlegt werden, so ist vermöge eines bekannten und in der zweiten Mittheilung benutzten Princips der erste Factor der linken Seite gleich dem mit einer Exponentialfunction von rein imaginärem Argument multiplicirten ersten oder zweiten Factor der rechten Seite. Auch hier reicht es wieder aus, von den beiden möglichen Fällen nur den einen vorauszusetzen, da der andere durch eine Vertauschung der Radien ρ_1 und ρ_2 auf den ersten zurückgeführt werden kann. Die beiden complexen Factoren der linken Seite von (1) sind in (28), III angegeben; um die complexen Factoren der rechten Seite zu bilden, werde die Determinante $EG - F^2 = \Delta$ gesetzt. Dann erhält man aus (1) unter Anwendung einer reellen Grösse ψ die Gleichung

$$(2)\quad \frac{\rho_1 + \rho_2}{2}(d\vartheta + i\sin\vartheta d\phi) + \frac{\rho_1 - \rho_2}{2}e^{-2i\sigma}(d\vartheta - i\sin\vartheta d\phi) = e^{-i\sigma - i\psi}\frac{Edp + Fdq + i\sqrt{\Delta}\,dq}{\sqrt{E}}.$$

Mit Hülfe derselben ergiebt sich sogleich die Umformung für den in (1), III aufgestellten Ausdruck des reciproken Krümmungsradius eines Normalschnitts der Fläche

$$(3)\quad \frac{1}{\rho} = \frac{d\xi dx + d\eta dy + d\zeta dz}{dx^2 + dy^2 + dz^2},$$

dessen Zähler in (16), III so bestimmt ist,

(4) $d\xi dx + d\eta dy + d\zeta dz = \rho_1 (\cos\sigma d\vartheta - \sin\sigma \sin\vartheta d\phi)^2 + \rho_2 (\sin\sigma d\vartheta + \cos\sigma \sin\vartheta d\phi)^2.$

Multiplicirt man (2) auf beiden Seiten mit $e^{i\sigma}$ und trennt hierauf den reellen und imaginären Theil, so kommt

$$(5)\quad \begin{cases} \rho_1 \cos\sigma d\vartheta - \rho_1 \sin\sigma \sin\vartheta d\phi = \cos\psi \dfrac{Edp + Fdq}{\sqrt{E}} + \sin\psi \dfrac{\sqrt{\Delta}}{\sqrt{E}} dq \\ \rho_2 \sin\sigma d\vartheta + \rho_2 \cos\sigma \sin\vartheta d\phi = -\sin\psi \dfrac{Edp + Fdq}{\sqrt{E}} + \cos\psi \dfrac{\sqrt{\Delta}}{\sqrt{E}} dq. \end{cases}$$

Auch leuchtet ein, dass ψ den Winkel bedeutet, welchen die Richtung des zu ρ_1 gehörenden Hauptnormalschnittes mit dem Element $\sqrt{E}dp$ der von dem Punkte (p, q) ausgehenden Linie bildet, auf welcher q constant ist. Durch die Substitution von (5) verwandelt sich die rechte Seite von (4) in den Ausdruck

$$(6)\quad \left(\frac{\cos^2\psi}{\rho_1} + \frac{\sin^2\psi}{\rho_2}\right)\left(\frac{Edp+Fdq}{\sqrt{E}}\right)^2 + 2\left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2}\right)\cos\psi \sin\psi \frac{Edp+Fdq}{\sqrt{E}} \frac{\sqrt{\Delta}dq}{\sqrt{E}} + \left(\frac{\sin^2\psi}{\rho_1} + \frac{\cos^2\psi}{\rho_2}\right)\frac{\Delta dq^2}{E}.$$

Demnach führe ich die Bezeichnungen ein

$$(7)\quad H_1 = \frac{\cos^2\psi}{\rho_1} + \frac{\sin^2\psi}{\rho_2}, \quad -T = \left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2}\right)\cos\psi \sin\psi, \quad H = \frac{\sin^2\psi}{\rho_1} + \frac{\cos^2\psi}{\rho_2}$$

und erhalte so aus (3) die Darstellung

$$(8)\quad \frac{1}{\rho} = \frac{H_1(Edp + Fdq)^2 - 2T(Edp + Fdq)\sqrt{\Delta}dq + H\Delta dq^2}{E(Edp^2 + 2Fdpdq + Gdq^2)},$$

welche bei der Voraussetzung $E = 1$, $F = 0$ mit der im Eingange erwähnten Darstellung zusammenfällt.

Um aus (2) die Bestimmung von $d\vartheta$ und $d\phi$ durch dp und dq abzuleiten, werde die Gleichung auf beiden Seiten durch $\sin\vartheta$ dividirt, und die Bezeichnung

$$(9)\quad L + iM = \sin\vartheta e^{i\sigma + i\psi}$$

gebraucht. Verbindet man die betreffende Gleichung mit der zu ihr conjugirten und löst dieselben nach den Verbindungen $\dfrac{d\vartheta}{\sin\vartheta} + id\phi$ und $\dfrac{d\vartheta}{\sin\vartheta} - id\phi$ auf, so findet sich

$$(10)\quad \frac{d\vartheta}{\sin\vartheta} + i\vartheta\phi = \frac{1}{L+iM}\left(\frac{\rho_1+\rho_2}{2\rho_1\rho_2}\frac{Edp+Fdq+i\sqrt{\Delta}dq}{\sqrt{E}} - \frac{\rho_1-\rho_2}{2\rho_1\rho_2}e^{2i\psi}\frac{Edp+Fdq-i\sqrt{\Delta}dq}{\sqrt{E}}\right)$$

In Folge von (7) ist jedoch

$$(11)\quad H_1 + H = \frac{1}{\rho_1} + \frac{1}{\rho_2},\ H_1 - H - 2iT = \left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2}\right)e^{2i\psi},\ H_1 H - T^2 = \frac{1}{\rho_1\rho_2},$$

und deshalb hat man die Gleichung

$$(12)\quad \frac{d\vartheta}{\sin\vartheta} + i d\phi = \frac{1}{L+iM}\left((H_1 - iT)\frac{Edp + Fdq}{\sqrt{E}} + i(H+iT)\frac{\sqrt{\Delta}dq}{\sqrt{E}}\right).$$

Es kommt nun darauf an, die Gleichung (26), III oder die mit derselben gleichbedeutende (1), VI so zu transformiren, dass die partiellen Differentiationen nach den Variabeln p und q genommen werden. Zu dem Ende kann man vermittelst zweier verschiedener Differentiations-Charakteristiken d und δ die Gleichung (1), VI durch eine andere ersetzen, in welcher der Linearfactor (2) und der zu ihm conjugirte auftreten. Dieser Process beruht auf der Bemerkung, dass für einen beliebigen Factor R die Relation

$$(13)\quad \delta(Rd\vartheta + iR\sin\vartheta d\phi) - d(R\delta\vartheta + iR\sin\vartheta\delta\phi) = \left(\frac{\partial R}{\partial\phi} - \frac{i\partial(R\sin\vartheta)}{\vartheta\phi}\right)(d\vartheta\delta\phi - d\phi\delta\vartheta)$$

gilt. Wenn daher die aus (1), VI durch Verwandlung von i in $-i$ entstehende Gleichung

$$(14)\quad \frac{\partial\left((\rho_1+\rho_2+(\rho_1-\rho_2)e^{2i\sigma})\sin\vartheta\right)}{\partial\phi} + i\frac{\partial\left((\rho_1+\rho_2-(\rho_1-\rho_2)e^{2i\sigma})\sin^2\vartheta\right)}{\partial\vartheta} - 2i\sin\vartheta\cos\vartheta(\rho_1+\rho_2) = 0$$

mit dem Factor $\frac{1}{2}(d\vartheta\delta\phi - d\phi\delta\vartheta)$ multiplicirt wird, so lässt sie sich folgendermaassen darstellen

$$(15)\quad \begin{aligned} &\delta\left(\frac{\rho_1+\rho_2}{2}\sin\vartheta(d\vartheta - i\sin\vartheta d\phi) + \frac{\rho_1-\rho_2}{2}e^{2i\sigma}\sin\vartheta(d\vartheta + i\sin\vartheta d\phi)\right)\\ &- d\left(\frac{\rho_1+\rho_2}{2}\sin\vartheta(\delta\vartheta - i\sin\vartheta\delta\phi) + \frac{\rho_1-\rho_2}{2}e^{2i\sigma}\sin\vartheta(\delta\vartheta + i\sin\vartheta\delta\phi)\right)\\ &- i(\rho_1+\rho_2)\sin\vartheta\cos\vartheta(d\vartheta\delta\phi - d\phi\delta\vartheta) = 0. \end{aligned}$$

Für den gegenwärtigen Zweck ist es passend, die Gleichung (1), VI noch auf eine andere ähnliche Weise zu behandeln. Durch $\sin^2\vartheta$ dividirt, kann man ihr zunächst die Gestalt geben

$$(16)\quad \frac{\partial\left(\dfrac{\rho_1+\rho_2+(\rho_1-\rho_2)e^{-2i\sigma}}{\sin\vartheta}\right)}{\partial\phi} - i\frac{\partial\left(\rho_1+\rho_2-(\rho_1-\rho_2)e^{-2i\sigma}\right)}{\partial\vartheta} + 2i\frac{\cos\vartheta}{\sin\vartheta}(\rho_1-\rho_2)e^{-2i\sigma} = 0.$$

dessen Zähler in (16), III so bestimmt ist,

$$(4)\quad d\xi dx + d\eta dy + d\zeta dz = \rho_1(\cos\sigma d\vartheta - \sin\sigma\sin\vartheta d\phi)^2 + \rho_2(\sin\sigma d\vartheta + \cos\sigma\sin\vartheta d\phi)^2.$$

Multiplicirt man (2) auf beiden Seiten mit $e^{i\sigma}$ und trennt hierauf den reellen und imaginären Theil, so kommt

$$(5)\quad \begin{cases} \rho_1\cos\sigma d\vartheta - \rho_1\sin\sigma\sin\vartheta d\phi = \cos\psi\dfrac{Edp+Fdq}{\sqrt{E}} + \sin\psi\dfrac{\sqrt{\Delta}}{\sqrt{E}}dq \\ \rho_2\sin\sigma d\vartheta + \rho_2\cos\sigma\sin\vartheta d\phi = -\sin\psi\dfrac{Edp+Fdq}{\sqrt{E}} + \cos\psi\dfrac{\sqrt{\Delta}}{\sqrt{E}}dq. \end{cases}$$

Auch leuchtet ein, dass ψ den Winkel bedeutet, welchen die Richtung des zu ρ_1 gehörenden Hauptnormalschnittes mit dem Element $\sqrt{E}dp$ der von dem Punkte (p, q) ausgehenden Linie bildet, auf welcher q constant ist. Durch die Substitution von (5) verwandelt sich die rechte Seite von (4) in den Ausdruck

$$(6)\quad \left(\frac{\cos^2\psi}{\rho_1} + \frac{\sin^2\psi}{\rho_2}\right)\left(\frac{Edp+Fdq}{\sqrt{E}}\right)^2 + 2\left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2}\right)\cos\psi\sin\psi\frac{Edp+Fdq}{\sqrt{E}}\frac{\sqrt{\Delta}dq}{\sqrt{E}} + \left(\frac{\sin^2\psi}{\rho_1} + \frac{\cos^2\psi}{\rho_2}\right)\frac{\Delta dq^2}{E}.$$

Demnach führe ich die Bezeichnungen ein

$$(7)\quad H_1 = \frac{\cos^2\psi}{\rho_1} + \frac{\sin^2\psi}{\rho_2},\ -T = \left(\frac{1}{\rho_1} - \frac{1}{\rho_2}\right)\cos\psi\sin\psi,\ H = \frac{\sin^2\psi}{\rho_1} + \frac{\cos^2\psi}{\rho_2}$$

und erhalte so aus (3) die Darstellung

$$(8)\quad \frac{1}{\rho} = \frac{H_1(Edp+Fdq)^2 - 2T(Edp+Fdq)\sqrt{\Delta}dq + H\Delta dq^2}{E(Edp^2 + 2Fdpdq + Gdq^2)},$$

welche bei der Voraussetzung $E = 1$, $F = 0$ mit der im Eingange erwähnten Darstellung zusammenfällt.

Um aus (2) die Bestimmung von $d\vartheta$ und $d\phi$ durch dp und dq abzuleiten, werde die Gleichung auf beiden Seiten durch $\sin\vartheta$ dividirt, und die Bezeichnung

$$(9)\quad L + iM = \sin\vartheta e^{i\sigma + i\psi}$$

gebraucht. Verbindet man die betreffende Gleichung mit der zu ihr conjugirten und löst dieselben nach den Verbindungen $\dfrac{d\vartheta}{\sin\vartheta} + id\phi$ und $\dfrac{d\vartheta}{\sin\vartheta} - id\phi$ auf, so findet sich

$$(10)\quad \frac{d\vartheta}{\sin\vartheta} + i\vartheta\phi = \frac{1}{L+iM}\left(\frac{\rho_1+\rho_2}{2\rho_1\rho_2}\frac{Edp+Fdq+i\sqrt{\Delta}dq}{\sqrt{E}} - \frac{\rho_1-\rho_2}{2\rho_1\rho_2}e^{2i\psi}\frac{Edp+Fdq-i\sqrt{\Delta}dq}{\sqrt{E}}\right).$$

in welchen p und q als die unabhängigen Variabeln eingeführt sind. Die Factoren $\frac{\rho_1 + \rho_2}{\rho_1 \rho_2}$ und $-\frac{\rho_1 - \rho_2}{\rho_1 \rho_2} e^{2i\psi}$ werden nach (11) unmittelbar durch $H_1 + H$ und $H_1 - H - 2iT$ ausgedrückt. Wenn man jetzt die Charakteristiken δ und d beziehungsweise auf die Producte und Quotienten der entsprechenden Verbindungen anwendet, hierauf (21) mit dem Factor $(L + iM)^2$ multiplicirt, und dann Addition und Subtraction vornimmt, so entstehen die beiden Gleichungen

$$(22)\quad (L+iM)\left(\delta\left(\frac{Edp+Fdq}{\sqrt{E}}\right) - d\left(\frac{E\delta p+F\delta q}{\sqrt{E}}\right)\right) - i\delta(L+iM)\frac{\sqrt{\Delta}dq}{\sqrt{E}}$$
$$+ id(L+iM)\frac{\sqrt{\Delta}\delta q}{\sqrt{E}} - i(H_1 - iT)\sqrt{1-L^2-M^2}\sqrt{\Delta}(dp\delta q - dq\delta p) = 0,$$

$$(23)\quad i(L+iM)\left(\delta\left(\frac{\sqrt{\Delta}dq}{\sqrt{E}}\right) - d\left(\frac{\sqrt{\Delta}\delta q}{\sqrt{E}}\right)\right) - \delta(L+iM)\frac{Edp+Fdq}{\sqrt{E}}$$
$$+ d(L+iM)\frac{E\delta p+F\delta q}{\sqrt{E}} + i(H+iT)\sqrt{1-L^2-M^2}\sqrt{\Delta}(dp\delta q - dq\delta p) = 0.$$

Dieselben schliessen in Verbindung mit (12) die sämmtlichen Bedingungen in sich, welche von den sechs Functionen H_1, T, H, L, M, ϕ der Variabeln p und q erfüllt werden müssen, damit eine Oberfläche existire, für welche das Quadrat des Linearelements gleich dem vorgeschriebenen Ausdruck $Edp^2 + 2Fdpdq + Gdq^2$ ist.

In Betreff der Gleichung (12) ist zu bemerken, dass man den reellen Theil der linken Seite gleich

$$\frac{1}{\sqrt{1-L^2-M^2}}\,\frac{LdL + MdM}{L^2 + M^2}$$

setzen, und die Übereinstimmung mit dem reellen Theil der rechten Seite aus (22) und (23) ableiten kann, indem man, wie später geschehen wird, das Differential $d(L + iM)$ bildet.

Weil die linke Seite von (12) ein vollständiges Differential ist, so muss für die rechte Seite die Bedingung der Integrabilität erfüllt sein, die sich nach (1), II der ersten Mittheilung so ausdrücken lässt,

$$(24)\quad \delta\left(\frac{H_1 - iT}{L+iM}\,\frac{Edp+Fdq}{\sqrt{E}} + \frac{i(H_1+iT)}{L+iM}\,\frac{\sqrt{\Delta}dq}{\sqrt{E}}\right)$$
$$- d\left(\frac{H_1 - iT}{L+iM}\,\frac{E\delta p+F\delta q}{\sqrt{E}} + \frac{i(H+iT)}{L+iM}\,\frac{\sqrt{\Delta}\delta q}{\sqrt{E}}\right) = 0.$$

Sobald die Charakteristiken d und δ auf die hier vorkommenden Producte angewendet werden, zeigt es sich, dass die Verbindungen, in welchen $d(L + iM)$ und $\delta(L + iM)$ erscheinen, mit den in (22)

und (23) auftretenden respective gleich sind. Man kann dieselben daher eliminiren, und erhält nach Weglassung des gemeinsamen Factors $\frac{1}{L+iM}$ die folgende Gleichung, welche nur noch H_1, H, T enthält,

$$(25)\quad \begin{aligned} &\delta\left((H_1 - iT)\frac{Edp+Fdq}{\sqrt{E}} + i(H+iT)\frac{\sqrt{\Delta}}{\sqrt{E}}dq\right) \\ &-d\left((H_1 - iT)\frac{E\delta p+F\delta q}{\sqrt{E}} + i(H+iT)\frac{\sqrt{\Delta}}{\sqrt{E}}\delta q\right) \\ &-i(H_1 - iT)\left(\delta\left(\frac{\sqrt{\Delta}}{\sqrt{E}}dq\right) - d\left(\frac{\sqrt{\Delta}}{\sqrt{E}}\delta q\right)\right) \cdot \\ &(H+iT)\left(\delta\left(\frac{Edp+Fdq}{\sqrt{E}}\right) - d\left(\frac{E\delta p+F\delta q}{\sqrt{E}}\right)\right) = 0. \end{aligned}$$

Die Gleichungen (22) und (23) können als Gleichungen ersten Grades in Bezug auf $d(L+iM)$ und $\delta(L+iM)$ aufgefasst werden, und liefern, nach diesen Verbindungen aufgelöst, die Darstellung

$$(26)\quad \begin{aligned} d(L+iM) = {} & i(L+iM)\frac{Edp+Fdq}{\sqrt{E}}\,\frac{\delta\left(\frac{Edp+Fdq}{\sqrt{E}}\right) - d\left(\frac{E\delta p+F\delta q}{\sqrt{E}}\right)}{\sqrt{\Delta}\,(dp\delta q - dq\delta p)} \\ &+ i(L+iM)\frac{\sqrt{\Delta}dq}{\sqrt{E}}\,\frac{\delta\left(\frac{\sqrt{\Delta}dq}{\sqrt{E}}\right) - d\left(\frac{\sqrt{\Delta}\delta q}{\sqrt{E}}\right)}{\sqrt{\Delta}\,(dp\delta q - dq\delta p)} \\ &+ (H_1 - iT)\sqrt{1-L^2-M^2}\,\frac{Edp+Fdq}{\sqrt{E}} \\ &+ i(H+iT)\sqrt{1-L^2-M^2}\,\frac{\sqrt{\Delta}dq}{\sqrt{E}}. \end{aligned}$$

Bei der Ausführung der bis dahin angedeuteten Differentiationen möge der Winkel Ω eingeführt werden, welchen auf der Fläche das Element $\sqrt{E}dp$ mit dem Element $\sqrt{G}dq$ bildet; demnach ist

$$(27)\quad F = \sqrt{E}\sqrt{G}\cos\Omega\,,\ \Delta = \sqrt{E}\sqrt{G}\sin\Omega.$$

So erhält man aus (25) nach Weglassung des Factors $\sqrt{\Delta}(dp\delta q - dq\delta p)$ die gesuchte Gleichung

$$(28)\quad \begin{aligned} &\frac{\partial\left((H_1 - iT)\sqrt{E}\right)}{\partial q} - \frac{\partial\left((H_1 - iT)\sqrt{G}\cos\Omega\right)}{\partial p} + i(H_1 - iT)\frac{\partial\sqrt{G}\sin\Omega}{\partial p} \\ &- i\frac{\partial\left((H+iT)\sqrt{G}\sin\Omega\right)}{\partial p} - (H+iT)\left(\frac{\partial\sqrt{E}}{\partial q} - \frac{\partial\sqrt{G}\cos\Omega}{\partial p}\right) = 0, \end{aligned}$$

und für das Differential $d(L+iM)$ den Ausdruck

$$(29)\quad d(L+iM)$$
$$= i(L+iM)\left(\frac{1}{\sqrt{G}\sin\Omega}\left(\frac{\partial\sqrt{E}}{\partial q} - \frac{\partial\sqrt{G}\cos\Omega}{dp}\right)dp + \frac{1}{\sqrt{E}\sin\Omega}\left(\cos\Omega\frac{\partial\sqrt{E}}{\partial q} - \frac{\partial\sqrt{G}}{\partial p}\right)dq\right)$$
$$+\sqrt{1-L^2-M^2}\Big((H_1-iT)(\sqrt{E}dp+\sqrt{G}\cos\Omega dq)+i(H+iT)\sqrt{G}\sin\Omega\, dq\Big).$$

Zugleich geht die Gleichung (12) durch Einführung von Ω in die Gestalt über

$$(12^*)\quad \frac{d\vartheta}{\sin\vartheta}+id\phi=\frac{1}{L+iM}\Big((H_1-iT)(\sqrt{E}dp+\sqrt{G}\cos\Omega dq)+i(H+iT)\sqrt{G}\sin\Omega dq\Big).$$

Es bleibt jetzt noch übrig, die Bedingung der Integrabilität für die rechte Seite von (29) aufzustellen. Sobald dies geschieht und die Ausdrücke der partiellen Differentialquotienten von L und M aus (29) gebildet und substituirt werden, so ergiebt sich die Gleichung

$$(30)\quad \frac{\partial\left(\frac{1}{\sqrt{G}\sin\Omega}\left(\frac{\partial\sqrt{E}}{\partial q}-\frac{\partial\sqrt{G}\cos\Omega}{\partial p}\right)\right)}{dq} - \frac{\partial\left(\frac{1}{\sqrt{E}\sin\Omega}\left(\cos\Omega\frac{\partial\sqrt{E}}{\partial q}-\frac{\partial\sqrt{G}}{\partial p}\right)\right)}{dp}$$
$$+\sqrt{E}\sqrt{G}\sin\Omega\,(H_1H-T^2)=0.$$

Dieselbe enthält die Darstellung des Krümmungsmaasses $H_1H - T^2 = \frac{1}{\rho_1\rho_2}$, welche zuerst von J. LIOUVILLE in dem Aufsatze: Sur la théorie générale des surfaces, Journal de mathématiques t. 16, p. 130 aufgestellt ist. Nach der vorhin getroffenen Voraussetzung muss der hier erscheinende Werth des Krümmungsmaasses von Null verschieden sein.

Die Gleichungen (28) und (30) stimmen mit denjenigen überein, die Hr. CODAZZI in der Arbeit: Sulle coordinate curvilinee d'una superficie e dello spazio, memoria terza, Annali di matematica diretti di F. BRIOSCHI e L. CREMONA, serie II°, tomo II°, p. 270 abgeleitet hat. Wenn die linke Seite von (28) nach Trennung des Reellen und Imaginären mit $U+iV$ bezeichnet wird, so haben die Gleichungen (58) und (59) der angeführten Abhandlung respective die Ausdrücke $V=0$, $U\sin\Omega - V\cos\Omega = 0$, und die dortige Gleichung (54) fällt mit der obigen (30) zusammen. Das gleiche Ziel verfolgt die Mittheilung des Hrn. CAYLEY: On the GAUSSIAN theory of surfaces, Proceedings of the London mathematical society, vol. VII, p. 187. Man ersieht die Beziehung zu den vorstehenden Resultaten, indem man bemerkt, dass Hr. CAYLEY für den reciproken Krümmungsradius eines Normalschnitts der Fläche die Gleichung

$$\frac{1}{\rho}=\frac{E'dp^2+2F'dpdq+G'dq^2}{\sqrt{\Delta}(Edp^2+2Fdpdq+Gdq^2)}$$

und (23) auftretenden respective gleich sind. Man kann dieselben daher eliminiren, und erhält nach Weglassung des gemeinsamen Factors $\frac{1}{L+iM}$ die folgende Gleichung, welche nur noch H_1, H, T enthält,

$$(25)\qquad \begin{aligned} &\delta\left((H_1 - iT)\frac{Edp+Fdq}{\sqrt{E}} + i(H+iT)\frac{\sqrt{\Delta}}{\sqrt{E}}dq\right)\\ &-d\left((H_1 - iT)\frac{E\delta p+F\delta q}{\sqrt{E}} + i(H+iT)\frac{\sqrt{\Delta}}{\sqrt{E}}\delta q\right)\\ &-i(H_1-iT)\left(\delta\left(\frac{\sqrt{\Delta}}{\sqrt{E}}dq\right) - d\left(\frac{\sqrt{\Delta}}{\sqrt{E}}\delta q\right)\right)\cdot\\ &(H+iT)\left(\delta\left(\frac{Edp+Fdq}{\sqrt{E}}\right) - d\left(\frac{E\delta p+F\delta q}{\sqrt{E}}\right)\right) = 0. \end{aligned}$$

Die Gleichungen (22) und (23) können als Gleichungen ersten Grades in Bezug auf $d(L+iM)$ und $\delta(L+iM)$ aufgefasst werden, und liefern, nach diesen Verbindungen aufgelöst, die Darstellung

$$(26)\qquad \begin{aligned} d(L+iM) = {} & i(L+iM)\frac{Edp+Fdq}{\sqrt{E}}\,\frac{\delta\left(\frac{Edp+Fdq}{\sqrt{E}}\right) - d\left(\frac{E\delta p+F\delta q}{\sqrt{E}}\right)}{\sqrt{\Delta}\,(dp\delta q - dq\delta p)}\\ &+i(L+iM)\frac{\sqrt{\Delta}dq}{\sqrt{E}}\,\frac{\delta\left(\frac{\sqrt{\Delta}dq}{\sqrt{E}}\right) - d\left(\frac{\sqrt{\Delta}\delta q}{\sqrt{E}}\right)}{\sqrt{\Delta}\,(dp\delta q - dq\delta p)}\\ &+(H_1 - iT)\sqrt{1-L^2-M^2}\,\frac{Edp+Fdq}{\sqrt{E}}\\ &+i(H+iT)\sqrt{1-L^2-M^2}\,\frac{\sqrt{\Delta}dq}{\sqrt{E}}. \end{aligned}$$

Bei der Ausführung der bis dahin angedeuteten Differentiationen möge der Winkel Ω eingeführt werden, welchen auf der Fläche das Element $\sqrt{E}dp$ mit dem Element $\sqrt{G}dq$ bildet; demnach ist

$$(27)\qquad F = \sqrt{E}\sqrt{G}\cos\Omega\,,\ \Delta = \sqrt{E}\sqrt{G}\sin\Omega.$$

So erhält man aus (25) nach Weglassung des Factors $\sqrt{\Delta}(dp\delta q - dq\delta p)$ die gesuchte Gleichung

$$(28)\qquad \begin{aligned} &\frac{\partial\left((H_1 - iT)\sqrt{E}\right)}{\partial q} - \frac{\partial\left((H_1 - iT)\sqrt{G}\cos\Omega\right)}{\partial p} + i(H_1 - iT)\frac{\partial\sqrt{G}\sin\Omega}{\partial p}\\ &-i\frac{\partial\left((H+iT)\sqrt{G}\sin\Omega\right)}{\partial p} - (H+iT)\left(\frac{\partial\sqrt{E}}{\partial q} - \frac{\partial\sqrt{G}\cos\Omega}{\partial p}\right) = 0, \end{aligned}$$

und für das Differential $d(L+iM)$ den Ausdruck

$$(33)\begin{cases} dx = -\frac{(L-iM)}{2}(\sqrt{E}dp+\sqrt{G}e^{i\Omega}dq) - \frac{(L+iM)}{2}(\sqrt{E}dp+\sqrt{G}e^{-i\Omega}dq), \\ dy = \frac{\cos\vartheta\cos\phi+i\sin\phi}{\sin\vartheta}\cdot\frac{L-iM}{2}(\sqrt{E}dp+\sqrt{G}e^{i\Omega}dq) \\ \qquad + \frac{\cos\vartheta\cos\phi-i\sin\phi}{\sin\vartheta}\cdot\frac{L+iM}{2}(\sqrt{E}dp+\sqrt{G}e^{-i\Omega}dq), \\ dz = \frac{\cos\vartheta\sin\phi-i\cos\phi}{\sin\vartheta}\cdot\frac{L-iM}{2}(\sqrt{E}dp+\sqrt{G}e^{i\Omega}dq) \\ \qquad + \frac{\cos\vartheta\sin\phi+i\cos\phi}{\sin\vartheta}\cdot\frac{L+iM}{2}(\sqrt{E}dp+\sqrt{G}e^{-i\Omega}dq), \end{cases}$$

welche der zu erfüllenden Gleichung

$$(34)\qquad dx^2+dy^2+dz^2 = Edp^2+2Fdpdq+Gdq^2$$

in ganz allgemeiner Weise Genüge leisten.

Aus den Gleichungen (33) folgen auch die neun zwischen den partiellen von x, y, z nach p und q genommenen Differentialquotienten und den Richtungscosinus der Flächennormale $\cos\vartheta$, $\sin\vartheta\cos\phi$, $\sin\vartheta\sin\phi$ bestehenden Relationen, welche Hr. Beltrami in dem Aufsatze: Zur Theorie des Krümmungsmaasses, Mathematische Annalen von Clebsch und Neumann, Bd. 1. S. 575 mitgetheilt hat, und von denen die sechs ersten, wie daselbst bemerkt ist, aus der Abhandlung des Hrn. Brioschi: Delle coordinate curvilinee, Annali di matematica, Serie II^a, tomo I^o, p. 1 entnommen sind.

II.

Denkt man sich ein System von Functionen H_1, T, H gefunden, welches den Gleichungen (28), I und (30), I genügt, so sind dadurch die Hauptkrümmungsradien ρ_1 und ρ_2 und der zugehörige Winkel ψ bestimmt. Die nächste Aufgabe bezieht sich darauf, den in (29), I enthaltenen Forderungen entsprechend die Verbindung $L+iM = \sin\vartheta\, e^{i\sigma+i\psi}$ darzustellen, welche den Stellungswinkel σ und den Winkel ϑ kennen lehrt. Nachdem alsdann durch die Integration des auf der rechten Seite von (12*), I befindlichen vollständigen Differentials der Winkel ϕ bestimmt worden, ist der zugeordnete Punkt der Gauss'schen Kugel oder die Richtung der Flächennormale fixirt. Schliesslich werden die rechtwinkligen Coordinaten x, y, z, die den Ort im Raume bestimmen, durch die Integration der angegebenen vollständigen Differentiale erhalten. Nun ist klar, dass, wenn eine Fläche den vorgeschriebenen Ausdruck des Linearelements hat, jede Fläche, die aus der ersten durch eine Combination von Verschiebung, Drehung und Abbildung mittelst eines

ebenen Spiegels entsteht, denselben Ausdruck des Linearelements behält. Dann hängen die Differentiale dx, dy, dz der rechtwinkligen Coordinaten eines Punktes der ersten Fläche mit den Differentialen dx', dy', dz' der rechtwinkligen Coordinaten des entsprechenden Punktes der zweiten Fläche durch eine orthogonale Substitution zusammen, deren Coefficienten $c_{11}, c_{12}, \ldots$ constant sind,

$$(1)\qquad \begin{cases} c_{11}dx + c_{12}dy + c_{13}dz = dx' \\ c_{21}dx + c_{22}dy + c_{23}dz = dy' \\ c_{31}dx + c_{32}dy + c_{33}dz = dz' \end{cases}$$

und bei welcher die Gleichung

$$(1^*)\qquad dx^2 + dy^2 + dz^2 = dx'^2 + dy'^2 + dz'^2$$

erfüllt ist. Man kann demnach aus den Ausdrücken von dx, dy, dz in (33), I Ausdrücke von dx', dy', dz' ableiten, welche eine genau entsprechende Darstellung gestatten. Hierbei mögen statt der Grössen L, M, ϑ, ϕ die Grössen $L', M', \vartheta', \phi'$ eintreten, während E, F, G, dp, dq ungeändert bleiben. In Folge dessen gelten zwischen dem ersten und zweiten System von Grössen nothwendig die Gleichungen

$$(2)\qquad \begin{cases} \left(-c_{11} + \dfrac{\cos\vartheta\cos\phi - i\sin\phi}{\sin\vartheta}c_{12} + \dfrac{\cos\vartheta\sin\phi + i\cos\phi}{\sin\vartheta}c_{13}\right)(L+iM) \\ \qquad = (L'+iM'), \\ \left(-c_{21} + \dfrac{\cos\vartheta\cos\phi - i\sin\phi}{\sin\vartheta}c_{22} + \dfrac{\cos\vartheta\sin\phi + i\cos\phi}{\sin\vartheta}c_{23}\right)(L+iM) \\ \qquad = \dfrac{\cos\vartheta'\cos\phi' - i\sin\phi'}{\sin\vartheta'}(L'+iM'), \\ \left(-c_{31} + \dfrac{\cos\vartheta\cos\phi - i\sin\phi}{\sin\vartheta}c_{32} + \dfrac{\cos\vartheta\sin\phi + i\cos\phi}{\sin\vartheta}c_{33}\right)(L+iM) \\ \qquad = \dfrac{\cos\vartheta'\sin\phi' + i\cos\phi'}{\sin\vartheta'}(L'+iM'). \end{cases}$$

Dagegen müssen die Functionen H_1, T, H, oder, was dasselbe bedeutet, ρ_1, ρ_2, ψ für x, y, z und x', y', z' beziehungsweise gleich sein, so dass wegen der Gleichungen $L+iM = \sin\vartheta\, e^{i\chi+i\psi}$, $L'+iM' = \sin\vartheta'\, e^{i\chi'+i\psi}$ in (2) überall der gemeinsame Factor $e^{i\psi}$ weggelassen werden kann.

In der That kann man sich davon überzeugen, dass, wenn für ein bestimmtes System von Functionen H_1, T, H ein System von Functionen L, M, ϕ den Gleichungen (29), I und (12*), I genügt, die hieraus nach (2) abgeleiteten Functionen L', M', ϕ' die betreffenden Gleichungen ebenfalls befriedigen, oder dass die Gleichungen

$$(3)\qquad \begin{cases} (L+iM)\left(\dfrac{d\vartheta}{\sin\vartheta} + i d\phi\right) = (L'+iM')\left(\dfrac{d\vartheta'}{\sin\vartheta'} + i d\phi'\right) \\ \dfrac{d(L+iM)}{L+iM} - \sqrt{1-L^2-M^2}\left(\dfrac{d\vartheta}{\sin\vartheta} + i d\phi\right) = \dfrac{d(L'+iM')}{L'+iM'} - \sqrt{1-L'^2-M'^2}\left(\dfrac{d\vartheta'}{\sin\vartheta'} + i \right. \end{cases}$$

gelten. Substituirt man die erwähnten Ausdrücke von $L + iM$ und $L' + iM'$, so hebt sich in der zweiten Gleichung der reelle Theil fort und man erhält die beiden Gleichungen

$$(4)\quad \begin{cases} e^{i\tau}(d\vartheta + i\sin\vartheta d\phi) = e^{i\sigma'}(d\vartheta' + i\sin\vartheta' d\phi') \\ d\sigma - \cos\vartheta d\phi = d\sigma' - \cos\vartheta' d\phi'. \end{cases}$$

In den von dem Factor $e^{i\psi}$ befreiten Gleichungen (2) werde ich links die in (18), III der zweiten Mittheilung definirten Verbindungen $A_1 + iA_2$, $B_1 + iB_2$, $C_1 + iC_2$ einführen, ferner die aus σ', ϑ', ϕ' entsprechend gebildeten Ausdrücke durch die gleichnamigen Buchstaben mit hinzugefügten Accenten bezeichnen. Dann entstehen die Gleichungen

$$(5)\quad \begin{cases} c_{11}(A_1 + iA_2) + c_{12}(B_1 + iB_2) + c_{13}(C_1 + iC_2) = A_1' + iA_2' \\ c_{21}(A_1 + iA_2) + c_{22}(B_1 + iB_2) + c_{23}(C_1 + iC_2) = B_1' + iB_2' \\ c_{31}(A_1 + iA_2) + c_{32}(B_1 + iB_2) + c_{33}(C_1 + iC_2) = C_1' + iC_2', \end{cases}$$

aus denen die Gleichungen

$$(6)\quad \begin{cases} c_{11}\xi + c_{12}\eta + c_{13}\zeta = \xi' \\ c_{21}\xi + c_{22}\eta + c_{23}\zeta = \eta' \\ c_{31}\xi + c_{32}\eta + c_{33}\zeta = \zeta' \end{cases}$$

folgen. In der Relation (14), III der zweiten Mittheilung

$$(7)\quad A_1 d\xi + B_1 d\eta + C_1 d\zeta + i(A_2 d\xi + B_2 d\eta + C_2 d\zeta) = e^{i\sigma}(d\vartheta + i\sin\vartheta d\phi)$$

hat aber die linke Seite die Eigenschaft, ungeändert zu bleiben, wenn statt der eingehenden Grössen die unter Benutzung von (5) und (6) erzeugten mit Accenten versehenen Grössen gesetzt werden, und das gleiche gilt von der linken Seite der Relation

$$(8)\quad A_1 dA_2 + B_1 dB_2 + C_1 dC_2 = d\sigma - \cos\vartheta d\phi,$$

welche man leicht aus (24), IV der zweiten Mittheilung ableitet. Wenn daher die Gleichungen (7) und (8) auch auf die mit Accenten versehenen Grössen angewendet werden, so folgt, dass die auf der rechten Seite befindlichen Ausdrücke ebenfalls ungeändert bleiben, sobald σ, ϑ, ϕ respective durch σ', ϑ', ϕ' ersetzt werden, und damit sind die Gleichungen (4) aus den Gleichungen (2) deducirt, wie verlangt worden war.

Es lässt sich aber auch der Nachweis führen, dass bei einem bestimmten System von Functionen H_1, T, H und einem zugehörigen System von Functionen L, M, ϕ jedes andere dem ersten zugehörige System von Functionen L'', M'', ϕ'' in dem System der Ausdrücke (2) enthalten ist. Für je zwei Systeme der bezeichneten Functionen L, M, ϕ und L'', M'', ϕ'', sind nothwendig die Gleichungen

$$(9)\quad \begin{cases} e^{i\tau}(d\vartheta + i\sin\vartheta d\phi) = e^{i\tau''}(d\vartheta'' + i\sin\vartheta d\phi'') \\ d\sigma - \cos\vartheta d\phi = d\sigma'' - \cos\vartheta d\phi'' \end{cases}$$

erfüllt. Nimmt man von den beiden Seiten der ersten Gleichung die Norm, so entsteht die Gleichung

$$(10)\qquad d\vartheta^2 + \sin^2\vartheta\, d\phi^2 = d\vartheta''^2 + \sin^2\vartheta''\, d\phi''^2.$$

Aus dieser lässt sich, wie ich in dem letzten Artikel zeigen werde, schliessen, dass die Grössen

$$\begin{aligned}\xi &= \cos\vartheta \;,\quad \eta = \sin\vartheta\cos\phi \;,\quad \zeta = \sin\vartheta\sin\phi,\\ \xi'' &= \cos\vartheta'' \;,\quad \eta'' = \sin\vartheta''\cos\phi'' \;,\quad \zeta'' = \sin\vartheta''\sin\phi''\end{aligned}$$

durch eine orthogonale Substitution in der Weise des Systems (6) verbunden sein müssen, wobei die Coefficienten constant sind. Bildet man jetzt das mittelst der betreffenden Substitution aus den Grössen $A_1 + iA_2$, $B_1 + iB_2$, $C_1 + iC_2$ hervorgehende System von Grössen $A_1'' + iA_2''$, $B_1'' + iB_2''$, $C_1'' + iC_2''$, so kann man diese mit Hülfe einer reellen Grösse χ'' respective so darstellen

$$-e^{i\chi''}\sin\vartheta'',\ e^{i\chi''}(\cos\vartheta''\cos\phi'' - i\sin\phi'') .\ e^{i\chi''}(\cos\vartheta''\sin\phi'' + i\cos\phi''),$$

und erhält ein System Gleichungen von der Gestalt des Systems (2), aus dem die Gleichungen

$$(11)\qquad \begin{cases} e^{i\sigma}(d\vartheta + i\sin\vartheta\, d\phi) = e^{i\chi''}(d\vartheta'' + i\sin\vartheta''\, d\phi'') \\ d\sigma - \cos\vartheta\, d\phi = d\chi'' - \cos\vartheta''\, d\phi'' \end{cases}$$

folgen. Auf Grund der Vergleichung mit (9) ergiebt sich dann, dass

$$(12)\qquad e^{i\chi''} = e^{i\sigma''}$$

sein muss, wodurch die aufgestellte Behauptung erwiesen ist.

Hiermit ist die Thatsache festgestellt, dass zu einem System von Functionen H_1, T, H immer nur solche Systeme von Functionen L, M; ϕ gehören, welche aus einem einzigen System durch Benutzung der allgemeinsten orthogonalen Substitution, deren Coefficienten constant sind, entstehen. Die bei der Integration von dx, dy, dz hinzuzufügenden Constanten entsprechen einer beliebigen Verschiebung der Fläche im Raume. Man darf also das Resultat aussprechen, dass alle Flächen, die einem bestimmten System von Functionen H_1, T, H correspondiren, aus einer einzigen Fläche durch eine Combination von Verschiebung, Drehung, und Abbildung mittelst eines ebenen Spiegels erhalten werden können. Wesentlich untereinander verschiedene Flächen, deren Linearelement denselben vorgeschriebenen Ausdruck hat, müssen daher von verschiedenen Systemen von Functionen H_1, T, H herrühren.

III.

Bei einem Ausdruck des Quadrats des Linearelements

$$Edp^2 + 2\,Fdp\,dq + Gdq^2,$$

für welchen das Krümmungsmaass überall verschwindet, hängt die Aufsuchung aller Flächen, die diesem Linearelement entsprechen, von der Aufsuchung der Ebene ab, welche unter diesen Flächen enthalten ist. Die rechtwinkligen Coordinaten x und y eines Punktes der Ebene müssen aber solche Functionen von p und q sein, welche die Gleichung

$$(1) \qquad dx^2 + dy^2 = Edp^2 + 2\,Fdp\,dq + Gdq^2$$

erfüllen. Dass das durchgängige Verschwinden des Krümmungsmaasses für die Möglichkeit dieser Gleichung nothwendig sei, ist durch GAUSS bekannt. In dem Aufsatze: Sur un théorème de Mr. Gauss concernant le produit des deux rayons de courbure principaux en chaque point d'une surface, Journal de mathématiques, t. XII, p. 291, hat J. LIOUVILLE den Beweis des umgekehrten Satzes unternommen, dass dieselbe Bedingung auch hinreichend sei. Beide Sätze sind in dem Resultate eingeschlossen, das ich in dem Aufsatze: Untersuchungen in Betreff der ganzen homogenen Functionen von n Differentialen, BORCHARDT's Journal f. Math., Bd. 70, S. 71 begründet habe, nach welchem bei jeder quadratischen Form von beliebig vielen Differentialen das identische Verschwinden einer gewissen derselben zugeordneten quadrilinearen Form die nothwendige und hinreichende Bedingung dafür ausmacht, dass die quadratische Form in eine Form mit constanten Coefficienten transformirt werden könne. Soviel ich weiss, ist aber bisher nicht bemerkt worden, dass zu der wirklichen Darstellung von zwei Functionen x und y, welche der obigen Gleichung (1) genügen, nur die Integration von vollständigen Differentialen erfordert wird.

Zerlegt man die linke und rechte Seite von (1) in complexe conjugirte nach den Differentialen lineare Factoren, gebraucht rechts die Bezeichnungen aus (27), I, und führt eine reelle Grösse μ ein, so gilt nothwendig eine der beiden Gleichungen, die aus

$$(2) \qquad dx + \varepsilon i dy = e^{i\mu}(\sqrt{E}dp + \sqrt{G}e^{i\Omega}dq)$$

durch die Annahme $\varepsilon = 1$ oder $\varepsilon = -1$ entstehen. Insofern die linke Seite in beiden Fällen ein vollständiges Differential ist, muss für die rechte Seite die Bedingung der Integrabilität erfüllt sein, welche die Gleichung

$$(3)\qquad \frac{\partial(\sqrt{E}e^{i\mu})}{\partial q}=\frac{\partial(\sqrt{G}e^{i(\mu+\Omega)})}{\partial p}$$

liefert. Diese zerfällt in die beiden Gleichungen

$$(4)\qquad \begin{cases} \dfrac{\partial\sqrt{E}}{\partial q}=\cos\Omega\dfrac{\partial\sqrt{G}}{\partial p}-\sin\Omega\sqrt{G}\left(\dfrac{\partial\mu}{\partial p}+\dfrac{\partial\Omega}{\partial p}\right)\\ \sqrt{E}\dfrac{\partial\mu}{\partial q}=\sin\Omega\dfrac{\partial\sqrt{G}}{\partial p}+\cos\Omega\sqrt{G}\left(\dfrac{\partial\mu}{\partial p}+\dfrac{\partial\Omega}{\partial p}\right), \end{cases}$$

aus denen für die partiellen Differentialquotienten des Winkels μ die Ausdrücke folgen

$$(5)\qquad \begin{cases} \dfrac{\partial\mu}{\partial p}=\dfrac{-\dfrac{\partial\sqrt{E}}{\partial q}+\dfrac{\partial\sqrt{G}\cos\Omega}{\partial p}}{\sqrt{G}\sin\Omega}\\ \dfrac{\partial\mu}{\partial p}=\dfrac{\dfrac{\partial\sqrt{G}}{\partial p}-\cos\Omega\dfrac{\partial\sqrt{E}}{\partial q}}{\sqrt{E}\sin\Omega}. \end{cases}$$

Damit diese beiden Gleichungen zusammen bestehen können, muss die Bedingung

$$(6)\qquad \frac{\partial\left(\dfrac{1}{\sqrt{G}\sin\Omega}\left(\dfrac{\partial\sqrt{E}}{\partial q}-\dfrac{\partial\sqrt{G}\cos\Omega}{\partial p}\right)\right)}{\partial q}-\frac{\partial\left(\dfrac{1}{\sqrt{E}\sin\Omega}\left(\cos\Omega\dfrac{\partial\sqrt{E}}{\partial q}-\dfrac{\partial\sqrt{G}}{\partial p}\right)\right)}{\partial p}=0$$

befriedigt sein, die gerade das durchgängige Verschwinden des Krümmungsmaasses ausdrückt. Ist aber diese Bedingung, wie ich jetzt annehme, erfüllt, so wird der Winkel μ durch die Integration eines vollständigen Differentials so dargestellt

$$(7)\qquad \mu=\int\left(\frac{-\dfrac{\partial\sqrt{E}}{\partial q}+\dfrac{\partial\sqrt{G}\cos\Omega}{\partial p}}{\sqrt{G}\sin\Omega}dp+\frac{\dfrac{\partial\sqrt{G}}{\partial p}-\cos\Omega\dfrac{\partial\sqrt{E}}{\partial q}}{\sqrt{E}\sin\Omega}dq\right).$$

Hierauf werden x und y in gleicher Weise folgendermaassen erhalten

$$(8)\qquad \begin{cases} x=\int\left(\cos\mu(\sqrt{E}dp+\sqrt{G}\cos\Omega dq)-\sin\mu\sqrt{G}\sin\Omega dq\right)\\ y=\int\left(\sin\mu(\sqrt{E}dp+\sqrt{G}\cos\Omega dq)+\cos\mu\sqrt{G}\sin\Omega dq\right), \end{cases}$$

womit die aufgestellte Behauptung erledigt ist.

Offenbar erlaubt die Ausführung der Integration (7), aus einer gefundenen Bestimmung von μ durch Addition einer willkürlichen Constante eine zweite abzuleiten. Bei Anwendung der letzteren entstehen für dx und dy neue Ausdrücke, die der Drehung des rechtwinkligen Coordinatensystems um den betreffenden Winkel entsprechen. In gleicher Weise

bringt die Addition von willkürlichen Constanten zu den in (8) gegebenen Ausdrücken von x und y eine Verschiebung des Coordinatensystems hervor. Mithin wird durch das entwickelte Verfahren das System der rechtwinkligen Axen x und y in so weit vollständig bestimmt, dass alle erhaltenen Axensysteme aus einem einzigen durch Verschiebung, Drehung und eine dem Übergehen von $\varepsilon = 1$ zu $\varepsilon = -1$ entsprechende Umlegung hervorgehen. Dass zwischen je zwei Systemen von Functionen x, y und x', y', welche die Forderung (1) erfüllen, die eben bezeichnete geometrische Beziehung obwalten muss, lässt sich auch von vorne herein aus dem Umstande schliessen, dass für dieselben immer die Gleichung

$$(9) \qquad dx^2 + dy^2 = dx'^2 + dy'^2$$

gültig ist.

IV.

Die so eben gemachte Bemerkung gehört demselben Gebiete an wie die gleichfalls noch zu begründende Behauptung, welche sich auf die Gleichung (10), II bezog. Mittelst der Bezeichnungen $\xi, \eta, \zeta, \xi', \eta', \zeta'$ lässt sich deren Inhalt so ausdrücken, dass, wenn die Gleichungen

$$(1) \qquad \begin{cases} \xi^2 + \eta^2 + \zeta^2 = 1\,, \quad \xi'^2 + \eta'^2 + \zeta'^2 = 1 \\ d\xi^2 + d\eta^2 + d\zeta^2 = d\xi'^2 + d\eta'^2 + d\zeta'^2 \end{cases}$$

gelten, zwischen den reellen Grössen $\xi, \eta, \zeta, \xi', \eta', \zeta'$ ein System von Gleichungen

$$(2) \qquad \begin{cases} c_{11}\xi + c_{12}\eta + c_{13}\zeta = \xi' \\ c_{21}\xi + c_{22}\eta + c_{23}\zeta = \eta' \\ c_{31}\xi + c_{32}\eta + c_{33}\zeta = \zeta' \end{cases}$$

bestehen muss, in dem die Coefficienten $c_{11}, c_{12}, \ldots$ constant sind. Die geometrische Bedeutung ist die, dass, wenn eine Kugelfläche vom Radius Eins auf eine zweite Kugelfläche von demselben Radius so abgebildet ist, dass in den kleinsten Theilen Congruenz stattfindet, die vorhandene Beziehung von der Art sein muss, dass die zweite Kugelfläche durch Drehung und eventuell durch Abbildung mittelst eines ebenen Spiegels mit der ersten zur Deckung gebracht werden kann. Um diesen Satz zu beweisen, kann man ihn auf einen anderen zurückführen, bei dem zwei Systeme von Grössen x, y, z und x', y', z' betrachtet werden, zwischen denen nur die Gleichung

$$(3) \qquad dx^2 + dy^2 + dz^2 = dx'^2 + dy'^2 + dz'^2$$

$$\frac{\partial(\sqrt{E}e^{i\mu})}{\partial q}=\frac{\partial(\sqrt{G}e^{i(\mu+\Omega)})}{\partial p} \tag{3}$$

liefert. Diese zerfällt in die beiden Gleichungen

$$\left\{\begin{aligned}\frac{\partial\sqrt{E}}{\partial q}&=\cos\Omega\,\frac{\partial\sqrt{G}}{\partial p}-\sin\Omega\sqrt{G}\left(\frac{\partial\mu}{\partial p}+\frac{\partial\Omega}{\partial p}\right)\\ \sqrt{E}\frac{\partial\mu}{\partial q}&=\sin\Omega\,\frac{\partial\sqrt{G}}{\partial p}+\cos\Omega\sqrt{G}\left(\frac{\partial\mu}{\partial p}+\frac{\partial\Omega}{\partial p}\right),\end{aligned}\right. \tag{4}$$

aus denen für die partiellen Differentialquotienten des Winkels μ die Ausdrücke folgen

$$\left\{\begin{aligned}\frac{\partial\mu}{\partial p}&=\frac{-\dfrac{\partial\sqrt{E}}{\partial q}+\dfrac{\partial\sqrt{G}\cos\Omega}{\partial p}}{\sqrt{G}\sin\Omega}\\ \frac{\partial\mu}{\partial p}&=\frac{\dfrac{\partial\sqrt{G}}{\partial p}-\cos\Omega\,\dfrac{\partial\sqrt{E}}{\partial q}}{\sqrt{E}\sin\Omega}.\end{aligned}\right. \tag{5}$$

Damit diese beiden Gleichungen zusammen bestehen können, muss die Bedingung

$$\frac{\partial\left(\dfrac{1}{\sqrt{G}\sin\Omega}\left(\dfrac{\partial\sqrt{E}}{\partial q}-\dfrac{\partial\sqrt{G}\cos\Omega}{\partial p}\right)\right)}{\partial q}-\frac{\partial\left(\dfrac{1}{\sqrt{E}\sin\Omega}\left(\cos\Omega\dfrac{\partial\sqrt{E}}{\partial q}-\dfrac{\partial\sqrt{G}}{\partial p}\right)\right)}{\partial p}=0 \tag{6}$$

befriedigt sein, die gerade das durchgängige Verschwinden des Krümmungsmaasses ausdrückt. Ist aber diese Bedingung, wie ich jetzt annehme, erfüllt, so wird der Winkel μ durch die Integration eines vollständigen Differentials so dargestellt

$$\mu=\int\left(\frac{-\dfrac{\partial\sqrt{E}}{\partial q}+\dfrac{\partial\sqrt{G}\cos\Omega}{\partial p}}{\sqrt{G}\sin\Omega}\,dp+\frac{\dfrac{\partial\sqrt{G}}{\partial p}-\cos\Omega\,\dfrac{\partial\sqrt{E}}{\partial q}}{\sqrt{E}\sin\Omega}\,dq\right). \tag{7}$$

Hierauf werden x und y in gleicher Weise folgendermaassen erhalten

$$\left\{\begin{aligned}x&=\int\left(\cos\mu\,(\sqrt{E}dp+\sqrt{G}\cos\Omega dq)-\sin\mu\sqrt{G}\sin\Omega dq\right)\\ \varepsilon y&=\int\left(\sin\mu(\sqrt{E}dp+\sqrt{G}\cos\Omega dq)+\cos\mu\sqrt{G}\sin\Omega dq\right),\end{aligned}\right. \tag{8}$$

womit die aufgestellte Behauptung erledigt ist.

Offenbar erlaubt die Ausführung der Integration (7), aus einer gefundenen Bestimmung von μ durch Addition einer willkürlichen Constante eine zweite abzuleiten. Bei Anwendung der letzteren entstehen für dx und dy neue Ausdrücke, die der Drehung des rechtwinkligen Coordinatensystems um den betreffenden Winkel entsprechen. In gleicher Weise

die bekannten Gleichungen

$$(7) \qquad \sum_{\mathfrak{a}} c_{\mathfrak{a}\mathfrak{b}}^2 = 1, \quad \sum_{\mathfrak{a}} c_{\mathfrak{a}\mathfrak{b}} c_{\mathfrak{a}\mathfrak{e}} = 0;$$

hier werden die Zeiger $\mathfrak{a}$, $\mathfrak{b}$, $\mathfrak{e}$, $\mathfrak{g}$ wie in der ersten Mittheilung gebraucht, in der zweiten Gleichung sind $\mathfrak{b}$ und $\mathfrak{e}$ von einander verschieden vorausgesetzt. Es wird nun bewiesen werden, dass die sämmtlichen Coefficienten $c_{\mathfrak{a}\mathfrak{b}}$ von den Variabeln $x_1, x_2, \ldots x_n$ unabhängig, das heisst, constant sein müssen.

Für die sämmtlichen auf der linken Seite von (6) stehenden Ausdrücke müssen die Bedingungen der Integrabilität erfüllt sein. Dieselben bilden das System von Gleichungen

$$(8) \qquad \frac{\partial c_{\mathfrak{a}\mathfrak{b}}}{\partial x_{\mathfrak{e}}} - \frac{\partial c_{\mathfrak{a}\mathfrak{e}}}{\partial x_{\mathfrak{b}}} = 0.$$

Um zu zeigen, dass die partiellen Differentialquotienten $\frac{\partial c_{\mathfrak{a}\mathfrak{b}}}{\partial x_{\mathfrak{g}}}$ für alle Combinationen der Zeiger $\mathfrak{a}$, $\mathfrak{b}$, $\mathfrak{g}$ gleich Null sind, woraus die behauptete Eigenschaft der Coefficienten $c_{\mathfrak{a}\mathfrak{b}}$ folgt, genügt es nachzuweisen, dass die Summen $\sum_{\mathfrak{a}} c_{\mathfrak{a}\mathfrak{e}} \frac{\partial c_{\mathfrak{a}\mathfrak{b}}}{\partial x_{\mathfrak{g}}}$ für alle Werthe $\mathfrak{e} = 1, 2, \ldots n$ verschwinden. Denn die aus den Grössen $c_{\mathfrak{a}\mathfrak{e}}$ gebildete Determinante ist bekanntlich gleich der positiven oder negativen Einheit. Man kann aber jede solche Summe in die folgende Gestalt bringen

$$(9) \qquad 2\sum_{\mathfrak{a}} c_{\mathfrak{a}\mathfrak{e}} \frac{\partial c_{\mathfrak{a}\mathfrak{b}}}{\partial x_{\mathfrak{g}}} = \frac{\partial}{\partial x_{\mathfrak{g}}} \sum_{\mathfrak{a}} c_{\mathfrak{a}\mathfrak{b}} c_{\mathfrak{a}\mathfrak{e}} + \frac{\partial}{\partial x_{\mathfrak{b}}} \sum_{\mathfrak{a}} c_{\mathfrak{a}\mathfrak{e}} c_{\mathfrak{a}\mathfrak{g}} - \frac{\partial}{\partial x_{\mathfrak{e}}} \sum_{\mathfrak{a}} c_{\mathfrak{a}\mathfrak{g}} c_{\mathfrak{a}\mathfrak{b}}$$
$$+ \sum_{\mathfrak{a}} c_{\mathfrak{a}\mathfrak{g}} \left(\frac{\partial c_{\mathfrak{a}\mathfrak{b}}}{\partial x_{\mathfrak{e}}} - \frac{\partial c_{\mathfrak{a}\mathfrak{e}}}{\partial x_{\mathfrak{b}}} \right) - \sum_{\mathfrak{a}} c_{\mathfrak{a}\mathfrak{b}} \left(\frac{\partial c_{\mathfrak{a}\mathfrak{e}}}{\partial x_{\mathfrak{g}}} - \frac{\partial c_{\mathfrak{a}\mathfrak{g}}}{\partial x_{\mathfrak{e}}} \right) - \sum_{\mathfrak{a}} c_{\mathfrak{a}\mathfrak{e}} \left(\frac{\partial c_{\mathfrak{a}\mathfrak{g}}}{\partial x_{\mathfrak{b}}} - \frac{\partial c_{\mathfrak{a}\mathfrak{b}}}{\partial x_{\mathfrak{g}}} \right),$$

deren sechs Summanden wegen der Gleichungen (7) und (8) gleich Null sind. Hiermit ist der erforderliche Beweis geführt. Da nun die sämmtlichen Coefficienten $c_{\mathfrak{a}\mathfrak{b}}$ constant sind, so liefert die Integration von (7) das System von Gleichungen

$$(10) \qquad \begin{cases} c_{11}x_1 + c_{12}x_2 + \ldots + c_{1n}x_n = x_1' + \text{const.} \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ c_{n1}x_1 + c_{n2}x_2 + \ldots + c_{nn}x_n = x_n' + \text{const.} \end{cases}$$

Man kann jetzt auch bei den gegenwärtigen Systemen von n Variabeln sowohl den Grössen $x_1, x_2, \ldots x_n$ wie den Grössen $x_1', x_2', \ldots x_n'$ die Bedingung auferlegen, dass die betreffenden Quadratsummen gleich der Einheit sein sollen. Dann gelten alle angewendeten Schlüsse bis zur

Begründung des Systems von Gleichungen (10). Aus den neu hinzugefügten Voraussetzungen folgt aber, dass die zu den Variabeln $x'_1, x'_2, \ldots x'_n$ auf der rechten Seite zu addirenden Constanten sämmtlich gleich Null sein müssen. Auf diese Weise ergiebt sich für $n = 3$ der auf die Kugelfläche bezügliche Satz, von dem ausgegangen wurde, für einen beliebigen Werth von n eine Ausdehnung desselben auf eine Mannigfaltigkeit von $n-1$ Dimensionen, deren Krümmungsmaass gleich der positiven Einheit ist.

Ausgegeben am 17. Mai.

1883.

XXIII.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

10. Mai. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Mommsen.

Hr. Schott las über eine chinesisch verfasste und in unserem Jahrhundert ans Licht getretene Erdbeschreibung unter dem Titel: 瀛環志略 Jing huan tschi ljŏ, d. h. allgemeine Erdkunde in kurzer Darstellung.

Die Mittheilung wird in einem der nächsten Sitzungsberichte erscheinen.

Ausgegeben am 17. Mai.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

1883.
XXIV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

---

24. Mai. Gesammtsitzung.

Vorsitzender Secretar: Hr. AUWERS.

1. Hr. CONZE legte den Bericht des Hrn. Dr. HUMANN über seine im Sommer 1882 im Auftrage der Königl. Akademie und der General-Verwaltung der Königl. Museen zum Zwecke der Abformung des Monumentum Ancyranum ausgeführte Reise vor. Dem Berichte beigegeben sind fünf Detailzeichnungen, die Reisekarte von Brussa bis Samsun, neu aufgenommene Pläne von Pessinus und »Pteria«, so wie 52 während der Reise gemachte photographische Aufnahmen. Ausser den in 200 Platten vollständigen und gut gelungenen Gipsformen des Monumentum Ancyranum, welche der neuen Ausgabe des Hrn. MOMMSEN zu Grunde gelegt werden, sind Formen der Felssculpturen von Bogasköi in einer Auswahl den Königl. Museen zu Theil geworden. Abgesehen vom Monumentum Ancyranum bleibt die übrige epigraphische Ausbeute der Reise Hrn. VON DOMASZEWSKI, welcher mit Unterstützung des k. k. österreichischen Ministeriums für Cultus und Unterricht die Reise mitmachte, zur Bearbeitung überlassen.

2. Hr. CONZE machte ferner die Mittheilung, dass die HH. HUMANN und PUCHSTEIN am 9. d. M. Smyrna verlassen haben, um im Auftrage der Akademie eine neue Untersuchungsreise nach dem Nimrud Dagh (vergl. oben S. 430) von Alexandrette aus anzutreten. Dorthin waren der begleitende Arzt Hr. VON LUSCHAN und der Director des Kais.

ottomanischen Museums zu Constantinopel, Hamdi-Bey, welcher si der Expedition anschliesst, bereits vorausgegangen.

3. Hr. Wattenbach überreichte den ersten Band der von d Central-Direction der Monumenta Germaniae historica herausgegeben »Epistolae saeculi XIII e regestis Pontificum Romanorum selectae«.

4. Hr. Prof. Dieterici übersendet mit Schreiben vom 28. v. ein Exemplar der von ihm mit Unterstützung der Akademie zu ersten Male aus arabischen Handschriften herausgegebenen sogenannt Theologie des Aristoteles.

5. Der vorgeordnete Hr. Minister ertheilt durch Erlasse vo 21. d. M. folgenden von der Akademie aus ihren Fonds für wisse schaftliche Untersuchungen gemachten Bewilligungen seine Genehm gung: von 3000 Mark für Hrn. A. Kirchhoff zur Fortführung d Corpus Inscriptionum Graecarum: von 1500 Mark für Hrn. Momms zur Fortführung der römischen Prosopographie: von 2500 Mark für d correspondirende Mitglied der physikalisch-mathematischen Classe H G. Wiedemann in Leipzig zu experimentellen Arbeiten im Gebiete d Bestimmung elektrischer Maasseinheiten, und von 1500 Mark für H Prof. Dorn in Darmstadt zu Arbeiten für den gleichen Zweck.

6. Die Akademie beschloss folgende Bewilligungen aus den f das laufende Jahr verfügbaren Mitteln der Humboldt-Stiftung: v 5000 Mark für Hrn. Dr. O. Finsch zur Bearbeitung der auf seiner Re für die Stiftung in Polynesien angelegten Sammlungen: von 6000 Ma für Hrn. Dr. Ed. Arning in Breslau zum Behuf von Studien über Le auf den Sandwich-Inseln: von 6000 Mark für Hrn. Dr. P. Guessfel zur weiteren Ausdehnung der Forschungsreise in den chilenischen A den, auf welcher derselbe seit Ende v. J. begriffen ist.

7. Die Akademie hat in Übereinstimmung mit der vorberathe den Commission der Bopp-Stiftung zum 16. d. M., als dem statute mässig vorgeschriebenen Tage, aus dem für das laufende Jahr verf baren Stiftungserträgniss Hrn. Dr. Fr. Kluge in Strassburg zur Unt stützung seiner Arbeiten im Gebiete der germanistischen Studi 900 Mark, und Hrn. Dr. P. Deussen hierselbst zur Unterstützu seiner Studien über indische Philosophie 450 Mark zuerkannt.

Ausgegeben am 31. Mai.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruck

1883.

XXV.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

31. Mai. Sitzung der philosophisch-historischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. MOMMSEN.

1. Hr. WEBER las: Über das Campakaçreshṭhikathânakam, die Geschichte vom Kaufmann Campaka.

Die Mittheilung folgt umstehend.

2. Hr. WATTENBACH legte eine Abhandlung des Hrn. CARL FREY in Florenz vor: Über das Todesjahr des Arnolfo di Cambio.

Die Mittheilung wird in einem der nächsten Sitzungsberichte erscheinen.

3. Hr. MOMMSEN legte den Bericht des Hrn. JOHANNES SCHMIDT in Halle a. S. vor über die im Auftrage der Akademie ausgeführte epigraphische Reise nach Algier und Tunis.

Derselbe folgt umstehend.

Über das Campakaçreshṭhikathânakam, die Geschichte vom Kaufmann Campaka.

Von Alb. Weber.

Unter den zahlreichen, man könnte fast sagen zahllosen kathânaka, mit denen die Jaina-Literatur gesegnet ist, befindet sich eine ganze Zahl auch solcher, bei denen der dogmatisch-didaktische Zweck hinter dem poetischen, resp. literarischen zurücktritt, und die im Wesentlichen nur die Unterhaltung und Befriedigung des Lesers, resp. Hörers zum Ziel haben. Ich lasse hier dem Pañcadaṇḍachattraprabandha, s. die Abhandlungen der Akademie vom Jahre 1877, einen ähnlichen Text folgen, dessen Inhalt ein besonderes Interesse dadurch bietet, dass er zu den von mir in den Monatsberichten der Akademie (1869 S. 14 fg. 377 fg.) aus dem Jaimini Bhârata u. s. w. mittheilten Relationen der Erzählung vom Uriasbrief sowie vom Tode des Mord-Anstifters an Stelle des beabsichtigten Opfers (Gang nach dem Eisenhammer) eine neue Relation hinzufügt, und zwar steht dieselbe zu der am a. O. S. 42 mitgetheilten buddhistischen Relation in sehr naher Beziehung, wie dies denn bei dem zwischen den Jaina und Bauddha bestehenden nahen Verhältnisse ja begreiflich genug ist.

Das Interesse, welches dieser neue Bericht in Anspruch nimmt, wächst aber noch dadurch, dass wir hier nunmehr auch den in der buddhistischen Relation mangelnden Zug, dass der unschuldige Träger seines eigenen Todesbefehls statt des Todes ein Mädchen zur Frau gewinnt, vorfinden, und dass uns somit hier in fast allen Stücken[1] ein genaues Gegenstück zu dem »wunderlichen Märchen« über Heinrich's III. (1039—1056) Abkunft (am a. O. S. 26, Wattenbach Deutsche Geschichtsquellen, Berlin 1866 S. 428, jetzt vierte Auflage 1878. 2. 228) entgegentritt, das wir zuerst bei Gottfried von Viterbo in dessen »Pantheon« (an dem er bis 1191 arbeitete) antreffen.

Und wenn sich nun auch das Alter unseres Textes hier mit dem Gottfrieds von Viterbo möglicher Weise nicht messen kann, so stehe ich doch, im Hinblick speciell auf die ceylonesische Recension, nicht

[1] nur dass der Brief hier durch das betreffende Mädchen selbst geändert und ausserdem auch noch gerade so wie im Jaimini Bhârata etc. die den nach dem Eisenhammer zu Grunde liegende Geschichte damit verknüpft ist.

gehende Abfassungszeit meiner Meinung nach ziemlich sicher indicirt. Näheres festzusetzen, bin ich jedoch zunächst ausser Stande.

Von sprachlichen Eigenthümlichkeiten ist etwa Folgendes zu erwähnen:

Der Genetiv wird in sehr ausgiebiger Weise verwendet; wie tasya dattaṃ 229, bhrâtur.. arpayeḥ 262, heisst es auch: anyeshâṃ yadi kathyate 265, uttaraṃ sârthikânâṁ akârshît 213, bhrâtur.. lekhaṃ likhitvâ 274, râjaputrasya proktaṃ maṃtriṇâ 159, militaḥ sârthasya 212 (114 svapure), anyopâyasya dhyeyam 342; — während andererseits Accus. statt des Genetivs in: tâlamele vismaraṇa iva 41. — Auffällig ist die fast stetige Composition der Eigennamen, und zwar je als pûrvapadam, mit den dazu gehörigen Beiwörtern, wie dâsî, bhâryâ, mahebhya, vyavahârin, çreshṭhin; auch pûrvaṃ-mahâdhana 495 ist eigenthümlich. — Bemerkenswerth ist koṭyas neben koṭayas 379. 81, îdṛiçâs 394 statt îdṛiçyas, tricaturâs 219 als Femininum, so wie die mehrfache Verwendung von pârçva gewissermaassen als Casus-Affix, so 87. 250. 59. 88. 358. 489.

Beim Verbum sind bemerkenswerth die vielen periphrastischen Perfecta, so 10. 11. 107. 11. 207. 10. 14. 50. 89. 314. 42. 55. 474; — der Gebrauch des Praesens als Imperativ, so: preshyaṃte: schicke du 51, karomi ich will machen 91. 93, pṛichâmi 248, svapimi 350; — das Particip Praesens mit $\sqrt{}$as »im Begriff sein zu«, yâṃty asmi 129. 465, preshyamâṇo 'sti 271; — taṃtanyamânau abhûtâm 401; — das Medium bei kalahâye 427, kathaye 226, — bhuktau sie assen 268. Und in lexicalischer Beziehung notire ich für das Verbum: jagau dixit 126. 37. 338, 437. 71, — $\sqrt{}$muc abgeben 281, absetzen 92, deponiren 407. 10. 72, schicken 230, — die häufige Verwendung von $\sqrt{}$mil, so: 114. 59. 212. 57. 92. 6. 339 — sthâpay verwahren 415, vardhâpay beglückwünschen 475, knopayâmâsa machte vor Freude weinen 314, — lagnaḥ »er begann« 479, vigopita beleidigt (?) 269, ṭâlita gebrochen 108, sâdhârita unterstützt 495, nirgamita verloren 396. 483, vinidrita aufgeweckt 361.

Von Interesse ist die Verwendung von: anyadâ in der Bedeutung von tadâ, da[1], so 15. 124. 148. 208 etc., — von api einfach als Verbindungs-Partikel, so 178. 87. 205. 49. 75. 81. 310. 24. 452. 69, — von itaç ca bei Beginn von etwas Neuem[2], da gerade 56. 71. 87. 107. 50. 241. 89. 352. 64. 67. 473, — von param, aber 83. 344. 498; — svalpair eva dinaiḥ, in Kurzem 231. 37. 59, — tasyâḥ sârthena mit ihr 219.

[1] daneben anyadâ auch regulär gebraucht, so 12. 168. 208. 342. 405.
[2] neben atrâ'ṃtare 95. 217. 425. 68.

einen Augenblick an, anzunehmen, dass uns hier der Reflex einer alten buddhistischen Erzählung vorliegt, die dann eben ihrerseits theils zur Zeit der Kreuzzüge nach dem Occident wanderte, theils in Indien selbst ihre verschiedenartigen Sprossen getrieben hat.

In welche Zeit nun aber die vorliegende Relation gehören mag, darüber liegt leider eigentlich gar keine feste Handhabe vor. Zwar wird uns ja allerdings am Schlusse in der leider einzigen Handschrift, die mir davon vorliegt (Berlin ms. or. fol. 1008), zum Wenigsten der Name des Autors: Jinakîrtisûri genannt, ohne dass jedoch damit, zunächst wenigstens, ein bestimmtes chronologisches Datum gewonnen wäre[1]. Eine Art Anhalt gewährt jedoch immerhin die Vergleichung mit dem Pañcadaṇḍachattraprabandha, insofern die Darstellung beiderorts zwar im Wesentlichen von der gleichen, naiv-anmuthigen Einfachheit getragen ist, hier jedoch der Styl theils im Ganzen doch nóch einfacher ist wie dort, z. B. der langen Composita (bis auf ein einziges dergleichen gleich im Eingange) entbehrt, theils auch von grösserer Gewandtheit in der Handhabung der Sprache zeugt. Grammatische Schnitzer, wie sie dort mehrfach vorliegen, kommen hier gar nicht vor. Auch fehlt es hier gänzlich an den dort so häufigen Prâkṛitismen, sowie an den modernen aus dem Persischen herübergenommenen Lehnwörtern[2]. Kurz, der hiesige Text macht mir einen alterthümlicheren Eindruck, wie der dortige. Und wenn sich nun die Altersansprüche des letzteren, seitdem ich meine Abhandlung darüber schrieb, entschieden durch den Umstand gehoben haben, dass sich seitdem eine aus AD 1434 herrührende metrische Bearbeitung desselben vorgefunden hat[3], so wird dadurch immerhin auch für unseren Text hier eine hierüber wohl um ein Beträchtliches hinaus-

[1] Denn dieser Name liegt eben mehrfach vor. So z. B. für den Verfasser des namaskârastava (oder der vṛitti dazu? Handschrift saṃv. 1484), s. Bühler Report of a tour in Kaśmîr p. XLVII, — sodann für den speciell als granthakṛit bezeichneten Patron des Ratnaçekhara, welcher Letztere saṃvat 1496 einen Commentar zum çrâddha-pratikramaṇasûtra verfasste, — sowie nach Dr. Klatt's freundlicher Mittheilung für den Verfasser eines Dânakalpadruma, s. Gough Papers rel. to the collection and preservation of the records of anc. S. lit. p. 92.

[2] Die hiesige Bibliothek besitzt nämlich gegenwärtig eine in Stambhatîrtha saṃvat 1490 (so in Zahlen; in Worten: shaṇnidhiratnasaṃkhyake, das giebt, und zwar ratna = 14, vielmehr 1496) von Râmacandrasûri angefertigte poetische Bearbeitung dieser Erzählung in 5 prastâva mit 2351 vv. (ms. or. fol. 1105, saṃvat 1589 AD 1533). Und zwar findet sich diese metrische Bearbeitung auch im Panjab vor, s. den Report über die in den Jahren 1880/81 daselbst aufgefundenen Mss. S. 18 (als Alter wird daselbst 1474(!) angegeben).

[3] Das am Eingang sich findende Wort nâṇa, Münze, ist allerdings wohl ein Fremdwort, geht aber in alte Zeit zurück. — Eventualiter sodann ist etwa auch der Name Vâdhû, falls ich ihn nämlich mit Recht mit Bahâdur in Connex bringe, ein Fremdwort.

58. 270. 314. 27. 30. 2. 65. 72. 83. 91. 410. 34. 62, ja sogar einige Lücken zu ergänzen, so 60. 86. 139. 202. 52. 384. 90. 442. Eine Umstellung ist nöthig 125, mamjûshâ steht irrig statt petâ 95. — Der Hiatus dient als Mittel zur Interpunction, findet sich aber aus Bequemlichkeit mehrfach auch anderweit vor, so 148. 93 (im Verse). 208. 292. 316. 17. 30. 37 etc. — Finale Sonans wird mehrfach mit virâma markirt, z. B. yad mama 201, und zwar sogar vor anlautendes Tenuit, so sârthâd paççât 209.

Die Stadt Campâ ist reizend durch 84 Quadranten (Bazare) für die Händler mit Wohlgerüchen und Betel, für die Bäcker, Verfertiger von Gold und Juwelen, Händler mit Gold und Juwelen, Wechsler(?), Geldwechsler(?), Verfertiger von Leckerwaaren, Kornverkäufer, Zeughändler, Lederarbeiter, Messingarbeiter, Kranzfertiger, Zimmerleute, Ghee-Händler, Sesamölverkäufer, Seiler(?), Baumwollenhändler, sândraçâlika(?), Holzhändler(?), Wäscher, Bandhändler(?), Schreiber(?), Weber u. s. w.; Sâmantapâla war da König (und es wohnte) da der Kaufmann Vṛiddhidatta; der hatte 96 koṭi (zehn Millionen) Goldstücke, die er in seinem Schlafgemach, zu welchem nur die Götter Zutritt hatten(?), wie seine Schutzgottheit verehrte. Und er erwarb beständig Jahr für Jahr (neuen) Reichthum durch Wuchergeschäfte(?), durch Verkauf von Korn, Ghee, Öl u. dgl. bei Gelegenheit von (guten) Conjuncturen(?), durch Aufhäufung fester Kaufwaaren, und durch den Kauf etc. von werthvollen Perlen und Juwelen. Trotzdessen aber hielt er sich fern von aller Gutthat, wie Ehren der Götter und Guru, Bewirthung von Gästen u. dgl., und machte so seine eigene Geburt als Mensch fruchtlos.

Einstmals in später Nacht wach hörte er ein unsichtbares Wort (Stimme): »(soeben) ist derjenige herabgestiegen (geboren worden), der diese (ganzen) Reichthümer geniessen soll!« Erschreckt dachte er: »ach, was ist das? da ich keinen Sohn habe, soll (also) irgend ein Anderer diese (meine) Herrlichkeit geniessen!« Er hörte dies aber stetig drei Tage hindurch (ganz) ebenso. Da stellte er denn nun eine Feier seiner Geschlechtsgöttin an und legte sich vor ihr, unter Beobachtung des Fastens, auf einer kuça-Streu nieder. Beim siebenten Fasten erschien die Göttin und sprach: »He, Kaufmann! dies unsichtbare Wort ist wahr, herabgestiegen ist der Geniesser deines Glückes! was kann ich (dagegen) thun; selbst ich habe dabei nichts zu (sagen). Das Geschick ist mächtiger«. Der Kaufmann sprach: »dann sage (mir nur), wó ist er herabgestigen (geboren)?« Die Göttin sprach:

Von lexikalischem Interesse sind ausser den vielen Namen von Handelsleuten im Eingange auch noch die sonstigen kaufmännischen[3] Ausdrücke daselbst, sowie udgrâhiṇikâ 278, grahaṇaka Verpfändung 410. 72, çodhay ausrechnen 49.

Aus dem gewöhnlichen Leben notire ich: agnisaṃskâra 84. 228, apavaraka Schlafzimmer 7, 271. 317, kapâla Stirn 128, kâtyâyanî 426, khanidrâ 352, khâtraṃ dâ einbrechen (als Dieb) 430, graṃthi Bündel 224. 407. 8. 13. 62, catushpatha 5, candraçâlâ 362, janyâ Braut 243. 313, du(s)taṭî 327, parusha, Rohr? 85, peṭâ 85. 86. 461. 63, pratolî 349. 69, °tolya 363, prâghûrṇaka 350, bhâṃḍâgâra 344. 53, °bhrâṃti Verwechselung mit 369. 414, mantra Gespräch 317. 25, maha Fest 124. 243. 66. 308. 312, mûṭaka (?) 495, rîrî 389, lekhaçâlâ 230. 32, °çâlika 233, vardhâpanaka, °nika 299. 301, çrikaraṇa Schreiber 420, shashṭhîjâgaraṇa 124, sattrâgâra 493. 6, sîmâla 143, haṭṭa 381.

Der Jaina-Ursprung des Textes, cf. 387 fg., giebt sich u. A. auch durch die Verwendung verschiedener termini technici kund, so kevalin 393, cyutvâ 402, talâraksha (?) 421, dîkshâ 510, devakumâra 245. 85, deçanâ 392, paramârhata 388, Mahâvideha 511, mahebhya 242. 44 etc., yaksha 402, vidyâdevî 73, vaikalika Abendgottesdienst 289. 92. 96, vyaṃtara 79. 125. 28. 34. 64.

Zur Sprache speciell des Pañcadaṇḍachattraprabandha stimmen: kuṭamba 181. 422, gavesh 163. 363, √cal fortgehen 44. 208. 19, jâta ward, geworden 17. 97. 108. 48. 67. 231. 53. 378. 87. 433. 4. 75. 86. 98. 500. 5, jajne 315, nashṭa entkommen 146, nirvah seinen Lebensunterhalt finden 147. 50. 55, nirvâha Lebensunterhalt 150. 55, lagna (hier aber neutr.) 48. 49. 75. 88. 100. 22. 455, √lâ 225. 81. 510, sanmâna 190, °nya 435, svarûpa Geschichte 236. 72.

Einen besonderen Reiz geben der Darstellung einige sprüchwörtliche Wendungen 144, resp. Sprüchwörter selbst 256. 327.

Bemerkenswerth erscheint mir der mehrfache Hinweis auf Kameelstuten als Reisemittel, so ushṭrikâ 50. 52. 55, karabhî 62. Daneben freilich auch Esel und Ochsen resp. Rosse 176. 98. 383, (cf. noch 281); immerhin aber ist diese specielle Betonung der Kameele wohl von Bedeutung für die Örtlichkeit der Abfassung, nämlich als in das nordwestliche, resp. westliche Indien zu verlegen. Für diese Örtlichkeit tritt im Übrigen auch noch der Gebrauch des sonst nur im Mahr. und Gujr. nachweisbaren Verbum's taḍapphaḍaï ein, s. das zu 65 Bemerkte.

Die Handschrift ist sauber und im Ganzen recht correct geschrieben. Doch sind immerhin mehrere Stellen fehlerhaft, so 65. 139,

---

[3] auf kaufmännischem Gebiete ist der Verf. offenbar gut bewandert, s. 261 fg. Ein grosser Theil der indischen Kaufleute gehört zu der Jaina-Secte.

sprach: »Der Freier ist fern, die Conjunctur aber nahe. Was ist da zu machen?« Die Boten sagten: »Schicke windschnelle rothfarbige Kameelstuten, (und) holt damit den Prinzen allein schnell herbei.« »So solls sein« sprach der König. Die Boten wurden mit windschnellen Kameelstuten abgesandt und kamen in fünf Tagen nach ihrer Stadt. Als Ratnasena aber das Bild der Prinzessin [das sie mitbrachten] sah, war er sehr erfreut und machte den Prinzen mit denselben Boten und diesen Kameelstuten reisefertig.

Es war nun damals Râvaṇa König in Lañkâ, der hatte viertausend grosse Heere, 18 koṭi (zehn Millionen) Schiffe. Indra und die übrigen Götter sammt den Welthütern waren seine Diener Hierbei (hat) die Schilderung der Herrlichkeit des Râvaṇa (stattzufinden)[1]. Der frug einstmals den Zeichendeuter: »wie und woher [wird mir der Tod] kommen?« Der sprach: »von der Hand des Râma und des Lakshmaṇa wird dir der Tod kommen, und die werden Söhne des Daçaratha in Ayodhyâ sein«. Da berieth sich Râvaṇa mit seinen Räthen: »wie könnte das wohl noch anders sein?« Die Räthe sprachen: »wie kann man etwas, was sein soll, ändern? denn:

das Geschick zerbricht, das Geschick kittet, das Geschick zerbricht (wieder) nachdem es gekittet hat; thöricht der Mann, der dagegen anstrebt; was das Geschick thut, dás wird.« ‖ 3 ‖

Râvaṇa sprach hochfahrend: »Hin mit dem Geschick! für hochstehende Männer ist Mannesthat allein Maassstab«. Der Zeichendeuter sprach[2]: »König! sprich nicht so!

Mondstelle(?), Juwelenstelle(?) und Prinz werden zusammentreffen, von dem heutigen Tage an am 17ten, Mittags. ‖ 4 ‖

Dies zu verhindern bist weder du fähig, noch irgend ein Anderer, der stärker wäre als du. Möge er sich anstrengen! Jetzt ist nun klar die von mir hingestellte Bedingung«. ‖ 5 ‖

Da liess Râvaṇa, um diese Schicksalsbestimmung zu ändern[3], die Prinzessin Candrâvatî durch zwei Rakshas rauben, und beauftragte dann irgend einen seiner weiblichen Geister: »Nimm du die bergeshohe Gestalt einer Timiṃgilî[4] an, und bleibe bis zum Tage der Conjunctur, indem du in deinem Maule in einer mächtigen, aus Elfenbein

---

[1] eine Angabe, die wohl auf mündlichen Vortrag hinweist, bei welchem das im Text blos Berührte näher auszuführen ist; cf. die varṇaka im Siddhânta.

[2] der Zeichendeuter führt also dem Râvaṇa die von den Astrologen des Candrasena hingestellte Conjunctur als Beispiel an für die Unabänderlichkeit des Geschickes, und fordert ihn auf eine Probe zu machen, ob er wohl im Stande sei, dáran etwas zu ändern. Der Autor hätte sich hier allerdings etwas deutlicher ausdrücken sollen.

[3] Râvaṇa geht auf die Proposition ein, und thut sein Möglichstes.

[4] ein grosses fabelhaftes Seeungeheuer (welches sogar den Timi verschlingt); im Verlauf hier auch blos: timi (ein besonders grosser Seefisch, Walfisch) genannt.

»in der Stadt Kâmpîlya, im Hause des Trivikrama, in dem Leibe der Sklavin Pushpaçrî«, sprach's und verschwand. Am andern Morgen nach dem Fastenbruch (Frühstück) berieth sich der Kaufmann mit seinem jüngeren Bruder Sâdhudatta, und sagte ihm diese ganze Rede der Göttin. Als er das gehört, sprach Sâdhudatta: »Freund! wenn dies die Götter gesagt haben, dann ist es wahr. Das Geschick[1] ist mächtiger (als alles Andere). Betrübe dich (aber) nicht. Es kann doch dabei irgendwie etwas noch anders werden (wörtlich: nicht sein)«. Vṛiddhidatta antwortete: »Lieber! wenn auch das Geschick nicht umgangen werden kann, so sollen die Männer doch die Mannesthat nicht bei Seite setzen. Denn wenn die Mannesthat nur die rechte Höhe erreicht, kann auch das Geschick noch geändert werden. So heisst es:

Anstrengung, Muth, Festigkeit, Kraft, Einsicht, Tapferkeit, wer diese sechs hat, vor dem scheut sich auch ein Gott. ‖ 1 ‖«

Sâdhudatta sprach: »Freund! und wenn sich (alle) Çakra anstrengen etwas, was nach dem Willen des göttlichen Gebotes eintreten soll, zu ändern, dann haben sie nur Mühsal davon, nicht Vollendung des Erstrebten. So heisst es:

Was man thut gegen das göttliche Gebot, das hat keine Frucht. Das Wasser, das der Câtaka aus dem Teiche nimmt[2], entrinnt ihm noch aus der Kehlritze. ‖ 2 ‖ Höre da ein Geschichtchen.

(Es war) eine Stadt Ratnasthala, (darin) König Ratnasena, (dessen) Sohn Ratnadatta, kundig der 72 Künste[3]. Da schickte der König, um für den Prinzen ein passendes Mädchen zu ersehen, je sechszehn Boten in die vier Himmelsgegenden, denen er ein Bild des Jünglings und die Nativität desselben mitgab. Aus dem Osten etc. kehrten dieselben dann, ein geeignetes Mädchen nirgendwo findend, blos die Mühen der Reise erduldend, wieder heim in die Stadt, sich für unglückselig haltend, wie eine Tänzerin, die, wenn es zum Tanz kommen soll, Takt und Tonleiter vergessen hat. Die 16 aber, welche nach Norden gewandert waren, kamen an dem Gañgâ-Ufer hinstreifend zur Stadt Candrasthala; da (war) Candrasena König, (und) dessen Mädchen Candrâvatî, der 64 Künste kundig, von himmlischer Schönheit. Da zeigten die Boten das Bild und die Nativität des Prinzen. Der König liess seine Tochter holen, und als sie kam, sah man, wie (trefflich) alle Beide zu einander passten. Da berief er die Astrologen, um die Constellation zu prüfen. Die rechneten zwölf Jahre[4] aus und sagten: »König, die Conjunctur, welche am 17. Tage von heute ab stattfindet, die kehrt in zwölf Jahren nicht wieder«. Der König

---

[1] wörtlich: die Bestimmung über das, was sein soll. [2] er soll nur Regentropfen trinken. [3] 72 bei Männern, 64 bei Frauen. [4] das Mädchen war wohl zwölf Jahre alt.

Timingilì-Fee kam dann, frug: »Kind! bist du drin?« und das Mädchen sagte: »Mutter! ich befinde mich drin ganz wohl«. Darauf nahm jene die Kiste wieder ebenso in das Maul.« — Und da gerade sprach Râvaṇa zu dem Zeichendeuter: »ich habe die Vermählung der Beiden, die doch stattfinden sollte, vereitelt[1]; dieses (Schicksals-)Wort ist umgewandelt«. Darauf liess er die Timiṃgilì-Fee kommen, die Kiste aus ihrem Maule nehmen und öffnen. Da staunten Alle, als sie Diese[2] mit Diesem dem himmlisch schönen (Jüngling), verbunden, mit goldgeschmückten Händen sahen. Beide erzählten vor Râvaṇa je ihre Geschichte. Darauf erkannte Daçamukha: »was sein soll, wird nicht anders!« Er bewirthete den Prinzen nebst seiner Gattin, entliess ihn und liess ihn durch seine Geister in seine Stadt schaffen, wo dann die Seinen, sein Vater etc. in das höchste Entzücken geriethen«.

Als Sâdhudatta, der Kaufmann, nach dieser Erzählung schwieg, sprach der die Unternehmungskraft vertheidigende Vriddhidatta: »Dies ist nicht das alleinige Ende. Auch die Unternehmungskraft will beachtet sein. Denn es heisst:

Zu dem sich anstrengenden Mannlöwen kommt das Glück. »Schicksal ist Schicksal«, so sprechen die Jammermenschen. Das Schicksal niederschlagend übe du Mannesthat mit aller Kraft. Gelingt's (auch) nicht, hast du das Deine gethan, so trifft dich keine Schuld. ‖ 6 ‖

Da höre dies Beispiel:

In Mathurâ (lebte) König Haribala, sein Minister war Subuddhi, ein Schatzhaus aller Einsicht. Einst gleichzeitig bei derselben Conjunctur ward dem König und dem Minister (je) ein Sohn geboren. Der Königssohn erhielt den Namen Haridatta, der Sohn des Ministers den Namen Matisâgara. Einst[3] am Wachfest der Shashṭhî[4] zur Nachtzeit sah der Minister, durch irgend einen Anlass erwacht, ein Weib von Gestalt einer Fee aus seinem Hause treten; er ergriff sie an der Hand und sagte[5]: »Liebe! wer bist du?« Sie sprach: »Minister! ich bin die Fee, Namens Schicksal, heute hergekommen, um beiden Knaben die (ihr Geschick enthaltenden) Silben auf die Stirn zu schreiben[6]; ich habe das gethan und gehe nun«. Der Minister sprach: »was hast du geschrieben?« Sie antwortete: »Auf die Stirn des Königssohnes habe ich die Worte geschrieben: dieser wird ein Jägersmann; täglich wird ihm auf der Jagd ein lebendes Wesen (zum Opfer) fallen; und

---

[1] Ital. selten. [2] die Prinzessin nämlich.

[3] das »einst« ist hier wenig passend gebraucht, da ja die Zeit gleich genau beschrieben wird; anyadâ steht eben hier für tadâ.

[4] damit ist der den Neugeborenen gefährliche sechste Tag nach der Geburt gemeint, s. meine Abhandlung über Krishṇa's Geburtsfest S. 250.

[5] jagau, eigentlich: sang. [6] s. Böthlingk Indische Sprüche (zweite Aufl.) 3895. 5830. 6121. 6977. 7369.

ebenso auf die Stirn des Ministersohnes: dieser wird ein Holzträger, täglich wird ihm eine Last, so viel er auf dem Kopfe tragen kann, zu Theil werden, nicht mehr.« »Auf diese Worte der Fee sprach der Minister: »He Schicksal! wie kannst du so Ungehöriges, für das Geschlecht aller Beider Unpassendes schreiben!« Die Fee sprach: »Minister! So ist das ihnen bestimmte Loos. Niemand kann es überschreiten.« Der Minister sagte: »ich werde mit der Kraft meiner Einsicht mich bemühen, dass alles das von dir Geschriebene anders werden soll.« — »So sagst du zu! Ich aber werde dafür sorgen, dass, was ich gesagt, ausgeführt wird. So viel auf ihre Stirn geschrieben ist, so viel soll täglich (ihnen) zu Theil werden«. — »Mit zu Boden gefallener Bestimmung sollst du zum Gelächter werden«. — »Was kannst du, ein Wurm, ein Menschensohn, wohl hierbei thun?« mit diesen Worten verschwand die Fee. Der Minister schlief wieder ein, der von ihm geliebten Gottheit im Geiste gedenkend, das Wort der Fee aber nicht vergessend. — Da rückte nun (einst) ein Heer benachbarter Fürsten gegen die Stadt. Der König Haribala fiel, nachdem er lange, Pfeil gegen Pfeil, Schwert gegen Schwert, Speer gegen Speer gekämpft hatte. Die Stadt wurde von dem Feinde genommen. Haridatta und Matisâgara aber entkamen, eine Gelegenheit dazu findend. In der Welt umherstreifend, durch Betteln sich durchschlagend, gelangten sie nach Lakshmîpura. Der Königssohn kam in das Haus von Jägern, ward ihr Diener, ging[1] auf die Jagd, machte sich apart eine Hütte und blieb da. Auch der Ministerssohn fand seinen Unterhalt, indem er aus dem Walde eine Tracht Holz holte. Wie könnten die Worte des Geschickes nicht eintreffen! Da kam denn auch der Minister Subuddhi, in der Welt umherstreifend, in diese Stadt, sah seinen Sohn eine Tracht Holz schleppen, und frug ihn: »was ist das?« Der sagte: »Vater! ich gehe früh morgens in den Wald. Und ob ich mich nun eine halbe Stunde[2] oder eine Wache[3] oder den ganzen Tag lang anstrenge, dennoch bringe ich nur eine Tracht Holz, wie ich sie auf dem Kopfe tragen kann, fertig, nicht mehr. So viel gerade reicht aus zum Lebensunterhalt«. Der Minister überlegte sich (die Sache) mit seiner Einsicht, und sprach, um das Spiel des Geschicks umzugestalten: »Lieber! wenn du im Walde eine Tracht von Sandelhölzern findest, dann nimm die, andere nicht. Wenn du sie nicht findest, dann springe in den Fluss«. Der versprach es. Ebenso sagte der Minister zu dem Königssohn, als er ihn traf: »Kind! wenn auf der Jagd ein Elephant in deine Schlinge fällt, dann fessele ihn, aber nicht Rehe u. dergl.« Auch er versprach es. Und alle

---

[1] auch hier ist anyadà ganz eigen gebraucht, überflüssig geradezu.
[2] wörtlich: einen Topf, eine Wasseruhr lang, = 24 Minuten. [3] drei Stunden.

Beide thaten nun so. Und ob es auch Abend wurde, und er vor Hunger schwach ward, suchte der Sohn des Ministers doch nur nach einer Tracht Sandelholz, nahm nicht andere Hölzer. Da ward ihm durch die Fee Schicksal, die doch ihr Versprechen zu halten sorgen musste, irgendwoher eine Tracht Sandel zu Theil. In die Schlinge des Königssohns (aber) fiel dadurch ein grosser Elephant. Beide gingen (dann damit) nach der Stadt, und lösten durch den Verkauf viel Geld. So thaten sie täglich und wurden dadurch sehr reich. Der Minister (aber) freute sich. Nach geraumer Zeit hatte der Königssohn 1000 Elephanten, der Ministersohn aber koṭi (zehn Millionen) von Goldstücken. Und so kam denn eines Tages[1] Haridatta etc., kraft des durch die Einsicht des Ministers (erlangten) Goldes und kraft der Elephantenschaar die Feinde besiegend, (wieder) nach Mathurâ zurück, und gewann wieder die Herrschaft. Der Minister aber freute sich, weil er durch die Kraft seiner Einsicht die Schicksalsschrift gewendet hatte. Darum heisst es: »Zu dem sich anstrengenden Mannlöwen kommt das Glück.« || 6 ||

Darauf sprach der reiche Vâdhû[2] (weiter) zu seinem Bruder: »Freund! wie dieser Minister die Frucht seiner Unternehmungskraft erlangte, so will auch ich sie erlangen. Du sollst es sehen«. — Darauf rüstete der reiche Vâdhû[3] eine Karawane von Eseln, Kameelen, Ochsen, Wagen etc. und ging nach der Stadt Kâmpîlya. Nachdem er geeignete Leute mit dem Ankauf etc. von Waaren beauftragt, ging er selbst in das Haus des Trivikrama. Trivikrama aber[4], indem er sich ehrerbietig von seinem Sitze erhob etc., und seinen ganzen Reichthum: Juwelen, Perlen, Korallen etc. ihm zur Disposition stellte, brachte ihm mit den Worten: »wir sind beglückt den Herrn zu sehen« mit eigener Hand verbindlich einen Sitz und sagte: »mögt ihr doch bis zur Zeit der Abreise hier im Hause verweilen, als ob es eure eigene Familie wäre«.

»Komm! tritt herein! nimm diesen Sitz ein! ich freue mich dich zu sehen. Wie gehts in der Stadt? und wie (kommt's, dass) du (so) elend (aussiehst)? Warum lässt du dich erst nach so langer Zeit (wieder)

[1] anyadâ hier richtig, im Sinne von ekadâ, gebraucht.

[2] bisher hiess der Mann Vṛiddhidatta und wurde als vyavahârin bezeichnet, fortab heisst er stetig Vâdhû (einmal allerdings Vâdhûdatta!) und wird als mahebhya bezeichnet; dies ist ein sonderbarer Wechsel, fast als ob fortab ein anderer Autor eintrete! Das Wort Vâdhû ist zudem als Mannsnamen ziemlich seltsam. Sollte es etwa aus dem Ehrentitel Bâhâdur »Held« entstanden sein können? s. Pet.W. u. bâhâdura. Das tapfere (freilich auch unmenschliche) Benehmen des Mannes könnte etwa den Wechsel veranlasst haben, und so das Räthsel in der Darstellung des Textes sich lösen?

[3] die sofortige Wiederholung dieser neuen Bezeichnung statt des einfachen: »er« macht sich eigen genug; indessen kann es auch ohne Absicht und nur eine Ungeschicktkeit sein, denn auch der Name des Trivikrama wird ja gleich darauf ganz ebenso, und zwar unmittelbar hinter dem ersten Mal, wiederholt.

[4] api, rein zur Fortführung der Erzählung dienend.

sehen?« — die da einen ins Haus tretenden Freund mit solchen Worten begrüssen, in deren Haus mag man immer (wieder) mit unbesorgtem Herzen gehen. || 7 ||

Vâdhû aber[1], auf Grund dieser freundlichen Aufnahme nahm da Essen, Trank, Lager an, machte sich durch Schenkung von ganz neuen Gegenständen in Kleidung, Schmuck etc. die ganze Umgebung des Trivikrama, Gattin, Kinder, Dienerschaft etc., speciell auch Tag für Tag durch Freundlichkeit, Geschenke etc. die schwangere Sclavin Pushpaçrî, geneigt, und wohnte da ganz behäbig vier Monate lang. Es entstand dadurch zwischen Beiden[2] eine feste Freundschaft. Als er nun mit Einkauf und Verkauf fertig war und nach seiner Stadt heimkehren wollte, nahm er von Trivikrama Abschied. Trivikrama sprach:

»Geh nicht«, ist ein unheilbringendes, »geh«, ist ein Liebe-baares Wort. »Bleib«. klingt wie Befehl. »thu nach Gefallen«, wie Gleichgültigkeit. »Nun was kann ich dem Herrn jetzt wohl noch thun«, ist ein Wort von leerer Höflichkeit. (So sage ich denn:) Denke der Herr unsrer freundlich bis auf Wiedersehen! || 8 ||

Ihr rüstet euch jetzt zur Reise, um wieder in eure Stadt, wie in ein anderes (fremdes) Haus zurückzukehren! Was euch nur irgend gefällt an Rossen, Wagen, Kameelen, Rindern, oder kostbaren Juwelen, und was sich treffliches findet an Schmuck, oder an Kleidern, ebenso, was irgend und wie viel irgend (sei's auch nur) für einen Tag (euch) Freude macht, nehmt es, mir zu Liebe || 9 ||

Vâdhû entgegnete: »Freund! was in meinem Hause ist, das Alles steht ganz zu deiner Verfügung. Wir müssen stetig (von dir) durch gütige Briefe erfreut werden. Wenn du nun aber so in mich dringst, nun so gieb mir diese kluge verständige Sclavin Pushpaçrî mit, die mir unterwegs Speise zu kochen, das Bad zu bereiten etc. versteht. Sobald ich meine Stadt erreicht habe, soll sie schnell wieder zurück geschickt werden«. Trivikrama aber sagte: »(Ihr) müsst sie mir (freilich) bald wieder zuschicken, da sie wegen ihrer grossen Geschicklichkeit mir sehr werth ist, auch die Trennung von mir nicht ertragen würde«, und übergab sie ihm. Darauf machte sich Vâdhû mit dieser Sclavin, als seiner Wagengenossin, (den Wagen) besteigend auf. Eines Tages[3] dann, in der Nähe von Ujjayinî, blieb er, um sein böses Werk zu verrichten, hinter der Karawane zurück, warf die Sclavin Pushpaçrî vom Wagen, spaltete ihren Leib mit einem Fusstritt, zermalmte sie erbarmungslos und tödtete sie durch Ersticken. Darauf in der Sorge und Furcht vor Bestrafung durch den König eilte er vorwärts, vereinigte sich mit der Karawane, und antwortete den

[1] api. [2] den beiden Kaufleuten nämlich. [3] anyadâ.

ihn befragenden Mitgliedern derselben: »die Sclavin that so, als ob sie eine Verrichtung habe, ist dann irgendwohin gegangen, und obschon ich nach ihr sah, habe ich sie nicht wieder zu sehen bekommen.« Auch dem Trivikrama meldete er dies ebenso durch Sendung eines Briefes. Danach gelangte Vâdhû, froh in seinem Herzen wegen der Vernichtung seines Feindes, in seine Stadt, und es ward ihm (dann) von seiner Gattin Kautukadevî eine Tochter Tilottamâ, kundig der 64 Künste, geboren.

Aus dem Leibe der Sklavin war nun damals die Frucht lebend herausgekommen. Und zu der Zeit gerade war eine in Ujjayinî wohnende Alte aus irgend einem Grunde nach einem anderen Dorfe gegangen; sie machte sich auf demselben Wege[1] fort, und mit ihr kamen noch drei oder vier andere Weiber zu der Stelle. Den lebenden Knaben sehend sprach die Alte: »Pfui! irgend ein Schurke (caṇḍala-Werk-Thuender) hat dies Weib getödtet. Das ist nicht das Werk von Dieben, da er das Gold und den Schmuck nicht genommen hat. Nun, es heisst ja: das Aufrichten verlassener Tempel, das Hüten solcher, die in hülflosen Umständen sich befinden, gereicht zu grossem Segen« ‖ 10 ‖ so will ich diesen Knaben als meinen Sohn schützen«. Danach streifte die Alte den Schmuck von den Gliedern der Sklavin, band ihn in ein Bündel und nahm den Knaben mit sich. Nach Ujjayinî heimgekehrt meldete sie dem König die ganze Geschichte. Der König sprach: »Alte! du musst den Knaben hier wie meinen eigenen Sohn halten; ich sage dir, (sein) Wesen[2] ist vollständig und aller Gelegenheit gewachsen(?)«. Darauf liess der König die Sklavin durch Feuer bestatten. Die Alte gab dem Knaben unter Feier eines stolzen Festes den Namen Campaka[3]. Und der König trug auch alle Sorge um ihn. Er wurde vom König feierlich in die Schreibschule[4] geschickt und war nach sehr kurzer Zeit[5], in Folge seiner Tugendverdienste in früherer Geburt, aller 72 Künste kundig. Als er eines Tages in der Schreibschule bei Gelegenheit der logischen Übungen[6] alle seine Mitschüler besiegt hatte und dann mit ihnen in Streit gerieth, riefen sie ihm zu: »He, du Vaterloser! was trägst du dich fälschlich so stolz!« Etwas bestürzt in seinem Sinn kehrte er heim in sein Haus und frug seine (vermeinte) Erzeugerinn[7]: »Mutter! wie heisst mein Vater?« Da erzählte ihm die Alte die ganze Geschichte[8], wie sie passirt war. — Als er dann die Jugend erreicht hatte, unternahm er auf

[1] auf dem Vâdhû gefahren war. [2] svarûpam. [3] wohl etwa weil sie ihn auf der nach Campâ führenden Strasse gefunden hatte? [4] eig. Schreibhalle. [5] wörtlich: in sehr wenigen Tagen(!). [6] wörtlich: in Rede, Gegenrede, Einwurf, Beseitigung (des Einwurfs). [7] diese Bezeichnung gerade ist hier jedenfalls sehr schlecht angebracht. [8] svarûpam.

Anweisung des Fürsten Kauf, Verkauf etc., und erwarb sich in sehr kurzer Zeit 14 koṭi Goldes. Auch wurden alle Kaufleute durch seine gute Eigenschaft gewonnen und ihm zu Freunden.

Einstmals nun lud irgend ein Kaufmann, Freund des Campaka, der in die Nähe von Campâ in irgend ein Dorf auf die Brautfahrt seines Sohnes gehen wollte, den Campaka aus Freundschaft ein mit zu gehen. Die Brautführer waren eben dort angelengt, da kam auch gerade der reiche Vâdhû dazu, der von dem Vater des Mädchens aus Freundschaft eingeladen war. Als nun das Vermählungsfest vorüber, die Braut[1] aber noch da war, ging Campaka einstmals[2] aus dem Städtchen hinaus um sich in einem Teich die Zähne zu reinigen. Da sah ihn der reiche Vâdhû, und dachte: »wenn só Einer meine Tochter freite, das wäre gut. Ich will ihn doch nach seinem Familiennamen, Geschlecht, Wohnort etc. befragen«. So frug er ihn denn. Campaka aber[3] in seiner Einfalt erzählte ihm Alles, was er von der Alten erfahren hatte, wie es sich verhielt. Vâdhû dachte: »Aha! das ist dér, den mir die Göttin als den (künftigen) Geniesser meines Glückes angesagt hat. Ich habe damals aus Furcht und Angst durch die Fügung des Geschicks nur die Sklavin getödtet, nicht aber ihr Kind, nachdem ich es durch Zertreten etc. ihres Leibes von ihr getrennt hatte. Daher (stammt) Dieser, der nun jetzt zu solcher Jugendkraft gelangt ist. Nun, es ist auch jetzt noch nichts verloren. Und zwar kann ich hier jetzt leicht an ihn kommen. Ist er erst wieder in Viçâlâ, dann wird er wegen der Menge seiner zahlreichen Freunde schwerer zu beseitigen sein. Was kommt's (mir) hier noch weiter auf einen Mord an? Seine Mutter habe ich ja schon früher getödtet. So komme denn Koth zu Koth; zum schmutzigen Kleide noch ein schmutziges Obergewand. Ich muss jetzt ihn durch irgend eine List tödten«. So sich überlegt habend, sprach er zu Campaka: »Lieber! bleib' mir mal zur Seite[4]. In kurzer Zeit kannst du viele koṭi Goldes gewinnen. Dann magst du wieder in deine Stadt gehen. In Campâ sind (nämlich) viele Gegenstände, Krapp u. dgl. wegen ihrer Häufigkeit sehr billig, hier aber sind sie theuer. Geh du nun hin, bring' meinem Bruder einen Brief, er wird dir diese (Dinge) geben. Bringe du sie her und verkaufe sie. Lieber! eine koṭi Goldes Gewinn ist sicher. Die Hälfte davon sei dein, die Hälfte mein. Es muss dir aber hierbei mein Wort genügen[5]. Sprichst du zu Andern davon, nun, die sind (Alle) auf Betrug aus. Wenn ich selbst hingehe,

[1] janyâ, hier wohl: Braut, jedenfalls só weiter unten Zeile 313. [2] anyadâ. [3] api. [4] oder: komm mal nahe heran (damit uns Niemand hören kann). [5] ? wörtlich: »mein Wort muss dir hierbei als wahr gelten«, unter Voraussetzung meiner Änderung von: satyagir in: satyâ gir; denn satyagir ist nach Pet. W. nur Adjectiv. — Der Ausdruck ist ein sehr gewählter, und zwar ist dies wohl absichtlich so.

werden die Verwandten hier beim Fest ärgerlich«. Über diese Worte freute sich Campaka in der Hoffnung, 50 laksha (fünf Millionen) Gold zu gewinnen. Darauf assen sie alle Beide in der Hochzeitshalle (zusammen). Der Bösewicht aber schrieb seinem Bruder, Namens Sâdhû[1], einen passenden Brief des Inhalts: »Dieser hier[2] hat mich in Gegenwart vieler Leute arg beleidigt[3] mit unhöflichen Reden; überaus niedrig gesinnt (?) hat er (meine) Geheimnisse verrathen. Darum sende ich ihn mittelst einer List. Du musst ihn, sobald er ankommt, in dem hintersten Schlafgemach des Hauses heimlich tödten und in den Brunnen werfen. Am andern Morgen schicke mir Jemand mit Erkennungszeichen, mir die Geschichte[4] zu melden. Oder komme selbst schnell her«, siegelte ihn, und gab ihn dem Campaka. Der aber[5] machte sich, begierig die vielen Laksha Gold zu gewinnen, auf nach Campâ. Er kam zu dessen[6] Hause und stieg vom Wagen. Alle waren irgendwohin gegangen; auch die Hausfrau des Kaufmanns war in das Haus ihrer Verwandten gegangen. Auch Sâdhudatto war weg, um verkaufte Waaren fortzuschaffen. So sah er denn Niemand dort und ging ins Haus hinein. Da sah er das Mädchen, Namens Tilottamâ, mit dem Ball spielend ganz allein, und entledigte sich des Briefes vor ihr (übergab ihr denselben). Sie aber[5] nahm den Brief, und sprach zu ihm bescheiden: »bindet eure beiden Rosse in dem Stall an, und lasst euch draussen in der Versammlungshalle nieder«. Und[5] Campaka machte das so. Darauf dann, durch Fügung des Geschickes, entsiegelte sie, allein seiend, den Brief, las ihn und dachte: »ach! da hat der Vater ein schurkisches Werk (caṃḍâlakarma) begonnen! Wie kann er diesen, einen so herrlich Schönen, einem Götterjüngling Ähnlichen, hierher in den Tod schicken! wenn der mein Bräutigam wäre, dás wäre gut[7]!« Darauf schrieb sie schnell mit der Schrift des Vaters einen neuen Brief: »Diesem hier ist die Tilottamâ noch heute Abend zu geben«, siegelte ihn, machte sich zu ihrer Mutter auf, und gab ihr den Brief. Da kam nun gerade Sâdhudatta herbei, um den Abendgottesdienst zu verrichten, und als ihm Campaka ehrerbietig sagte: »ich habe einen Brief von Seiten des reichen Vâdhûdatta[8] gebracht«, nahm er ihn freundlich mit in das Haus. Kautukadevì übergab den Brief. Da versammelte sich gerade die ganze

[1] ? Sâdhû, wie Vâdhû! Der Zusatz nâmno ist ganz überflüssig, da der Name, freilich in der vollen Form Sâdhudatta, schon früher genannt ist. Man kommt auch hier wieder, wie bei dem Wechsel von Vṛiddhidatta in Vâdhû, unwillkürlich dazu, an einen anderen Verfasser zu denken! [2] der Überbringer. [3] ! vigopita √gup; cf. jugups. sich beleidigt fühlen. [4] svarûpam. [5] api. [6] des Vâdhû. [7] dieselben Worte, die der Vater selbst bei dem ersten Anblick des Campaka brauchte; wohl absichtlich! [8] ! eine dritte Namensform! in der Vâdhû und Vṛiddhidatta verschmolzen sind.

Anweisung des Fürsten Kauf, Verkauf etc., und erwarb sich in sehr kurzer Zeit 14 koṭi Goldes. Auch wurden alle Kaufleute durch seine gute Eigenschaft gewonnen und ihm zu Freunden.

Einstmals nun lud irgend ein Kaufmann, Freund des Campaka, der in die Nähe von Campâ in irgend ein Dorf auf die Brautfahrt seines Sohnes gehen wollte, den Campaka aus Freundschaft ein mit zu gehen. Die Brautführer waren eben dort angelengt, da kam auch gerade der reiche Vâdhû dazu, der von dem Vater des Mädchens aus Freundschaft eingeladen war. Als nun das Vermählungsfest vorüber, die Braut[1] aber noch da war, ging Campaka einstmals[2] aus dem Städtchen hinaus um sich in einem Teich die Zähne zu reinigen. Da sah ihn der reiche Vâdhû, und dachte: »wenn só Einer meine Tochter freite, das wäre gut. Ich will ihn doch nach seinem Familiennamen, Geschlecht, Wohnort etc. befragen«. So frug er ihn denn. Campaka aber[3] in seiner Einfalt erzählte ihm Alles, was er von der Alten erfahren hatte, wie es sich verhielt. Vâdhû dachte: »Aha! das ist dér, den mir die Göttin als den (künftigen) Geniesser meines Glückes angesagt hat. Ich habe damals aus Furcht und Angst durch die Fügung des Geschicks nur die Sklavin getödtet, nicht aber ihr Kind, nachdem ich es durch Zertreten etc. ihres Leibes von ihr getrennt hatte. Daher (stammt) Dieser, der nun jetzt zu solcher Jugendkraft gelangt ist. Nun, es ist auch jetzt noch nichts verloren. Und zwar kann ich hier jetzt leicht an ihn kommen. Ist er erst wieder in Viçâlâ, dann wird er wegen der Menge seiner zahlreichen Freunde schwerer zu beseitigen sein. Was kommt's (mir) hier noch weiter auf einen Mord an? Seine Mutter habe ich ja schon früher getödtet. So komme denn Koth zu Koth; zum schmutzigen Kleide noch ein schmutziges Obergewand. Ich muss jetzt ihn durch irgend eine List tödten«. So sich überlegt habend, sprach er zu Campaka: »Lieber! bleib' mir mal zur Seite[4]. In kurzer Zeit kannst du viele koṭi Goldes gewinnen. Dann magst du wieder in deine Stadt gehen. In Campâ sind (nämlich) viele Gegenstände, Krapp u. dgl. wegen ihrer Häufigkeit sehr billig, hier aber sind sie theuer. Geh du nun hin, bring' meinem Bruder einen Brief, er wird dir diese (Dinge) geben. Bringe du sie her und verkaufe sie. Lieber! eine koṭi Goldes Gewinn ist sicher. Die Hälfte davon sei dein, die Hälfte mein. Es muss dir aber hierbei mein Wort genügen[5]. Sprichst du zu Andern davon, nun, die sind (Alle) auf Betrug aus. Wenn ich selbst hingehe,

---

[1] janyâ, hier wohl: Braut, jedenfalls só weiter unten Zeile 313. [2] anyadâ. [3] api. [4] oder: komm mal nahe heran (damit uns Niemand hören kann). [5] ? wörtlich: »mein Wort muss dir hierbei als wahr gelten«, unter Voraussetzung meiner Änderung von: satyagir in: satyâ gir; denn satyagir ist nach Pet. W. nur Adjectiv. — Der Ausdruck ist ein sehr gewählter, und zwar ist dies wohl absichtlich so.

werden die Verwandten hier beim Fest ärgerlich«. Über diese Worte freute sich Campaka in der Hoffnung, 50 laksha (fünf Millionen) Gold zu gewinnen. Darauf assen sie alle Beide in der Hochzeitshalle (zusammen). Der Bösewicht aber schrieb seinem Bruder, Namens Sâdhû[1], einen passenden Brief des Inhalts: »Dieser hier[2] hat mich in Gegenwart vieler Leute arg beleidigt[3] mit unhöflichen Reden; überaus niedrig gesinnt (?) hat er (meine) Geheimnisse verrathen. Darum sende ich ihn mittelst einer List. Du musst ihn, sobald er ankommt, in dem hintersten Schlafgemach des Hauses heimlich tödten und in den Brunnen werfen. Am andern Morgen schicke mir Jemand mit Erkennungszeichen, mir die Geschichte[4] zu melden. Oder komme selbst schnell her«, siegelte ihn, und gab ihn dem Campaka. Der aber[5] machte sich, begierig die vielen Laksha Gold zu gewinnen, auf nach Campâ. Er kam zu dessen[6] Hause und stieg vom Wagen. Alle waren irgendwohin gegangen; auch die Hausfrau des Kaufmanns war in das Haus ihrer Verwandten gegangen. Auch Sâdhudatto war weg, um verkaufte Waaren fortzuschaffen. So sah er denn Niemand dort und ging ins Haus hinein. Da sah er das Mädchen, Namens Tilottamâ, mit dem Ball spielend ganz allein, und entledigte sich des Briefes vor ihr (übergab ihr denselben). Sie aber[5] nahm den Brief, und sprach zu ihm bescheiden: »bindet eure beiden Rosse in dem Stall an, und lasst euch draussen in der Versammlungshalle nieder«. Und[5] Campaka machte das so. Darauf dann, durch Fügung des Geschickes, entsiegelte sie, allein sciend, den Brief, las ihn und dachte: »ach! da hat der Vater ein schurkisches Werk (caṃḍâlakarma) begonnen! Wie kann er diesen, einen so herrlich Schönen, einem Götterjüngling Ähnlichen, hierher in den Tod schicken! wenn der mein Bräutigam wäre, dás wäre gut[7]!« Darauf schrieb sie schnell mit der Schrift des Vaters einen neuen Brief: »Diesem hier ist die Tilottamâ noch heute Abend zu geben«, siegelte ihn, machte sich zu ihrer Mutter auf, und gab ihr den Brief. Da kam nun gerade Sâdhudatta herbei, um den Abendgottesdienst zu verrichten, und als ihm Campaka ehrerbietig sagte: »ich habe einen Brief von Seiten des reichen Vâdhûdatta[8] gebracht«, nahm er ihn freundlich mit in das Haus. Kautukadevî übergab den Brief. Da versammelte sich gerade die ganze

[1] ? Sâdhû, wie Vâdhû! Der Zusatz nâmuo ist ganz überflüssig, da der Name, freilich in der vollen Form Sâdhudatta, schon früher genannt ist. Man kommt auch hier wieder, wie bei dem Wechsel von Vṛiddhidatta in Vâdhû, unwillkürlich dazu, an einen anderen Verfasser zu denken! [2] der Überbringer. [3] ! vigopita √gup; cf. fugups, sich beleidigt fühlen. [4] svarûpam. [5] api. [6] des Vâdhû. [7] dieselben Worte, die der Vater selbst bei dem ersten Anblick des Campaka brauchte; wohl absichtlich! [8] ! eine dritte Namensform! in der Vâdhû und Vṛiddhidatta verschmolzen sind.

Schaar der Hausleute, um den Abendgottesdienst zu feiern. Sâdhudatta las den Brief mit lauter Stimme vor. Im Hinblick auf die herrliche Schönheit des Campaka freuten sich alle Leute, Sâdhudatta voran, als sie den Inhalt des Briefes erfuhren. Darauf feierten sie den Abendgottesdienst in Gemeinschaft mit Campaka, und darnach wurde, ob auch die Zeit knapp war, aller Hochzeitszubehör mit vielen Kosten herbeigeschafft, im Nu kamen über 1000 Leute zusammen, und die Hochzeit der Beiden fand mit grossem Pompe statt. Am andern Morgen kamen die Glückwunschgeschenke tausendfach.

Mittlerweile war Kaufmann[1] Vâdhû frohen Muthes, da er sein Geschäft für gelungen hielt; während er aber noch die Ankunft eines ihm die gute Nachricht bringenden Mannes aus seiner Stadt erwartete, wurde von irgendwem, der aus Campâ dorthin kam, Alles, wie es geschehen war, erzählt. Da war es ihm, als ob ihm der Kopf brenne. Nirgendwo auch nur für einen Moment Ruhe findend, kehrte er nach seiner Stadt heim und sah dort sein Haus voll von allen den über 1000 vornehmsten Leuten aus der Stadt, die dorthin zum Essen geladen waren; da ward sein Herzensbrand verdoppelt. Der Bruder aber neigte sich ihm und sagte: »ich habe das von dir Befohlene schnell gethan«. Da lobte Vâdhû noch, um den äusseren Anstand zu wahren, seinen Bruder, wie tief er auch im Herzen betrübt war. Als dann das Hochzeitsfest vorüber war, sprach Vâdhû einmal[2] zum Bruder: »Ei du unüberlegt Handelnder! was hast du denn gethan!« Der sprach: »ich weiss nicht (was du willst); hier ist ja dein angekommener Brief«. Als er aber[3] dén Brief sah, da schmähte er sich selbst als ein Gefäss für seine Sünden in einer anderen Geburt.

Die ganze Freundesschaar aber machte sich, nachdem sie von dem Hochzeitsfest des Campaka gehört, mit der Braut[4] heim nach Viçâlâ und brachte die Alte mit dem Bericht von Campaka's Heirath zu Freudethränen[5]. Campaka aber ward auch in der (neuen), von schimmernder Herrlichkeit erfüllten Stadt wie ein schon lange Bekannter, wie ein schon viele Dienste erwiesen Habender, die Wonne aller Leute.

Eines Tages, in der Nacht, zur Schlafenszeit[6], hörte Tilottamâ, aus dem dritten Stockwerk heraustretend, ein abseits im Schlafgemach im zweiten Stockwerk leise geführtes Gespräch; sie spitzte die Ohren »Aha, der Vater spricht« so denkend. Vâdhû sprach: »Liebe! bei der Veränderung des Briefes trägt das Schicksal allein die Schuld. Dieser Schwiegersohn ist mir (aber) wegen der Unreinheit seiner

[1] hier heisst Vâdhû auf einmal çreshthin, bisher vyavahârin oder mahebhya, oder der Name Vâdhû stand allein. [2] anyadâ. [3] api. [4] s. schon oben Zeile 243; jedenfalls kann janyâ hier weder: Brautführerin noch: Freude (Pet. W.) sein. [5] kopayâmâsa, erzürnte, würde hier jedenfalls gar nicht passen. [6] ? niçîtha.

sahen, schrieen laut auf; und die Mordgesellen (selbst) bekannten (bei dem Anblick) vor allen Leuten ihre grässliche That.

Von schwerem Leid betroffen starb da auch der Bruder des Kaufmanns am Herzschlag. Nach der feierlichen Bestattung der Beiden machten danach die Verwandten, das Leid bei Seite setzend, den Campaka zum Herrn der 96 koṭi, wie es die Gottheit (damals) angesagt hatte. Er aber liess aus Viçâlâ jene Alte und seine 14 koṭi Gold kommen und genoss nun seine Freuden. Er war ein vornehmer Kaufmann geworden, und durch das Nachwirken seiner Tugenden in der früheren Existenz hatte er[1] 96 koṭi im Schatz, 96 koṭi Gold im Geschäft, 96 in verschiedenartigem Handwerk (?), 1000 Schiffe, 1000 Lastwagen, 1000 Häuser, je zu 7 Stockwerken, 1000 Märkte (Bazare), 1000 Vorrathskammern, 500 Elephanten, 5000 edle Rosse, 500 Söldlinge um sich herum, 5000 andere Söldlinge, 1000 Kameele, 100000(?) Ochsen, —[2] andere 10000, hundert Rinderheerden je zu 10000 Rindern, 10000 Diener beim Geschäft. Für seine persönlichen Bedürfnisse (?) hatte er täglich ein laksha (100000) Goldstücke zur Disposition und zu Almosen an Elende und Hülflose stets 10 laksha. Durch die Verbindung mit Jaina-Weisen ward er ein fester Jina-Gläubiger. Er baute 1000 Tempel, liess 100000 Jina-Bilder von Stein, Gold, Silber, Glockengut, Krystall, Korallen etc. anfertigen, und so ging für ihn eine lange Zeit hin im Besitz von auch für die Götter schwer zu erlangenden Genüssen und in frommer Ausübung des Gesetzes.

Einst nun kam dahin ein im Besitz der kevala-Einsicht befindlicher Guru. Der Kaufmann Campaka hörte seine Predigt und frug ihn dann, um in ihm entstandener Zweifel willen: »Heiliger! welche Gutthat habe ich wohl in einer früheren Existenz gethan, dass mir solche Herrlichkeit zu Theil geworden ist? und welche Sünde hat der reiche Vâdhû begangen, dass die 96 koṭi Goldes (ihm), obschon er doch reiche Stellung und Mittel hatte, verloren gingen?[3] und wodurch ist meine geringe Abkunft, wie die grosse Liebe der Alten zu mir hervorgerufen? und was ist die Ursache für die Feindschaft des Kaufmanns gegen mich, der ich ihm doch nichts zu Leide gethan hatte?«

Der Guru sprach[4]: »In einem Büsserwalde nahe bei der Stadt Su-

[1] mit der folgenden Schilderung thut der Autor sich und seinen Lesern (speciell denen aus dem Kaufmannsstande) etwas zu Gute.

[2] ? hier fehlt ein Wort.

[3] eine eigene, sehr kaufmännische Umschreibung für: »dass er trotz seines Reichthums so elend umkam«; als ob der Verlust des Goldes schwerer wiege, als der des Lebens.

[4] das Folgende ist wohl der eigentliche Grundstock der Erzählung, zu welchem das Vorhergehende — für uns der interessantere Theil des Ganzen — nur als Hintergrund so zu sagen hinzugefügt worden ist; der specielle Kerntheil befindet sich resp. erst ganz am Schlusse.

(zu) lange geblieben. Die Diener und Söldlinge (aber) hatten sich auch durch die Fügung des Geschickes je in ihre Häuser begeben. In tiefer Nacht ging nun Campaka allein nach seinem Hause. Und als er auf der Hauptstrasse in einer Halle viele für Herumtreiber hergerichtete Lager[1] ausgebreitet sah, dachte er: »hier will ich schlafen, was soll ich mitten in der Nacht Scandal machen, um mir die (Haus-) Thür öffnen zu lassen?«, und legte sich dort auf einem Lager schlafen in freier Luft (?). Als nun da die Vorrathskammer-Wächter bemerkten, dass er dort schlief, hoben sie ihre Schwerter, und kamen herzu, ihn zu tödten. Da kam ihnen aber der Gedanke: »Da seit dem Auftrag des Herrn schon lange Zeit verstrichen ist, und er ihn nicht wiederholt hat, so steht ein Wechsel in seiner Gesinnung zu vermuthen. Daher wollen wir den Kaufmann doch erst noch einmal fragen (und sagen), dass er heute hier in der Nähe schläft. Dass uns nur nicht die Schuld unüberlegten Handelns trifft!« So gingen sie denn Alle zu dem Kaufmann, ihn zu fragen. Der Kaufmann sprach: »ach! ich habe es euch ja hundertmal gesagt, ihr sollt ihn tödten! was zögert ihr? eilt, eilt«. Als sie nun aber auf dies Wort hin (wieder) dorthin gingen, da war (Jener) durch Wanzen, gleichsam seine Freunde aus einer früheren Existenz, aus dem Schlafe gestört, aufgestanden, in das Haus eines Freundes gegangen, und schlief da in dem Dachzimmer. Als Jene ihn nun nicht sahen, waren sie sehr verstört, suchten ihn da und dort, und gingen Allesammt, um ihn in den ausserhalb der Hauptstrasse gelegenen Hallen zu suchen. Da kam denn nun auch der Kaufmann, der, nachdem er ihnen seinen (des C.) Tod befohlen hatte, selbst aufgestanden war, in dem Gedanken: »dass sie mir nur keinen Verzug bereiten!«, dorthin, und als er die Schlafstelle leer fand, ward er von Sorgen erfüllt: »ist der Feind fort? oder sind sie, nachdem sie ihn getödtet hatten, fortgegangen, um ihn hinauszuwerfen?«, legte sich auf eine der Lagerstätten hin und schlief ein, indem er sein Antlitz verhüllte. Danach aber kamen Jene, als sie ihn (den C.) draussen nicht gefunden hatten, wieder dahin zurück, und schlugen nun auf den in seinem Mantel eingehüllten Kaufmann selbst, indem sie ihn irrig für seinen Schwiegersohn hielten, alle zusammen mit ihren Waffen los. Nachdem sie ihn getödtet, warfen sie seinen von den Waffen zerfetzten, mit Blut überströmten Leib in einen Brunnen ausserhalb der Strasse, und gingen darauf, durch die Hoffnung auf Erlangung des Restes zu dem schon empfangenen Lohne erfreut, zufrieden mit ihrem Werke, je in ihre Behausung. Alle Leute (aber), die am Morgen den über dem Wasser schwimmenden blutigen Körper

---

[1] »Asyl für Obdachlose«.

hans?), Apotheker(?) Kuṭambakolâhala (Marktschreier?), Hauspriester Çîlapâta (?Sittenverderber), Kaufmann Vañcanâmati (Betrug im Sinn habend), Hetäre Kapaṭakoçâ (an Kniffen reich)«. Als der Prinz das hörte, dachte er: »Ah! meine Juwelen sind dahin!« Da kam gerade ein Weib, ein Wittwe in mittleren Jahren[1], mit gelöstem Haar, weinend herbei und trat in den Hof des Königs. Mahâsena folgte ihr dahin. Auf die Frage des Königs: »was weinst du?« sagte sie: »König, ich bin die Mutter eines Diebes, wohne in deiner Stadt, zanke mich mit Niemand, gehe auch in Niemands Haus«. Der König dachte für sich: »o diese Tugendsamkeit!«, laut aber sprach er wieder: »(was) weiter?« Da sprach das Weib: »König! Heute ging mein Sohn um bei dem reichen Devadatta mittelst einer Grube einzubrechen[2]. Da fiel wegen ihrer Morschheit eine Mauer auf ihn, und da starb mein Sohn. Dabei kann mir nun nur der Herr (der König) helfen. O König! ich bin alt, hatte den einen Sohn, jetzt bin ich nun meines Haltes beraubt. Wer wird um Kleidung u. s. w. für mich sorgen?« So sprechend heulte sie heftig. Der König sprach: »Mutter! Deine Sorge werde ich ganz zu der meinen machen; sei ohne Sorge!«, ehrte sie und entliess sie. Darauf liess der König den reichen Devadatta kommen und frug ihn: »Du Bösewicht! wie kannst du deine Hausmauer morsch werden lassen?« Der sprach:[3] »König! bei der Vollständigkeit der für die Aufseher(?) und Arbeiter ganz nach Verlangen(?) verwendeten Kosten weiss (davon) nur (mein) Zimmermann. Was trifft mich dabei für eine Schuld?« Darauf ward der Zimmermann geholt; der sagte: »Herr! als ich gerade ganz darin vertieft war, die Mauer dem Faden gemäss aufzuwerfen, da sah ich die schön geschmückte Tochter des Devadatta, ein leibhaftiges Gefäss frischer Jugendreize. Da habe ich denn wohl, indem meine Augen auf sie gerichtet waren, bei dem Verbinden der Backsteine eine Nachlässigkeit begangen. Da trifft mich keine Schuld.« Da liess der König diese herbeirufen; sie sprach: »König! als ich nach Hause ging, sah ich einen nackten Bettler[4], und bin vor Scham auf einem falschen Wege eingetreten. Was habe ich dabei verschuldet?« Der Bettler herbeigeholt sprach: »Herr! Euer Schwiegersohn, der mit seinem Ross einen Gang einübte, hat mich angestossen; dadurch bin ich ihr zu Gesicht gekom-

[1] s. Pet. W. unter kâtyâyanî.

[2] wörtlich: ihm eine Grube zu geben.

[3] seine Antwort, und dies gilt auch für die übrigen, ist absichtlich so gehalten, dass es eigentlich keine Antwort ist. Das Ganze ist eben als eine Satyre aufzufassen. Verkehrt ist ja schon, dass der Hausherr dafür zur Verantwortung gezogen wird, dass der Dieb bei dem Einbruch in sein Haus um's Leben kam.

[4] dies geht wohl speciell auf die von den Çvetâmbara so arg gehassten Digambara, nicht etwa auf brahmanische dergleichen Bettler.

malakâ übten zwei von Knollen, Wurzeln und Früchten lebende Büsser, Namens Bhavadatta und Bhavabhûti[1], sehr harte Askese, die fünf Feuer-Busse, die Bad-Busse, die Rauchtrinken-Busse[2] etc. Der erste war krummen Sinnes, der andere geraden. Alle beide starben und wurden als Yaksha geboren. (Von da dann wieder auf die Erde) herabgefallen[3], ward Bhavadatta als Vañcanâmati in der Stadt Anyâyapura geboren, Bhavabhûti aber in Paḍalîpura unter dem Namen Mahâsena als ein reicher, von Natur aufrichtiger und stets freigebiger Kshatriya. Einst ging er auf eine Wallfahrt, unter Mitnahme ansehnlicher Baarschaft. Nach einer Weile kam er nach der Stadt Anyâyapura, deponirte da ein Bündel Kleider mit fünf kostbaren Juwelen in dem Hause des Kaufmanns Vañcanâmati und ging weiter nach irgend einem Wallfahrtsort. Der Kaufmann untersuchte das Bündel, sah darin die mehrere laksha werthen fünf Juwelen, verfiel seiner Habsucht, gab das eine derselben in Verpfändung in dem Hause eines anderen Kaufmanns und baute sich für das dafür erhaltene Geld ein prächtiges Wohnhaus, die übrigen vier Juwelen hob er versteckt auf. Heimgekehrt von seiner Wallfahrt ging Mahâsena in das Haus des Kaufmanns und bat den Kaufmann[4] um sein deponirtes Bündel. Der Kaufmann sprach: »wer bist du? wie kommst du hierher? ich kenne dich nicht. Der Herr ist (wohl) durch eine Verwechselung hierher gelangt? denn wir heben nichts für irgend wen auf«.

Er stellt in Abrede das heimlich Gegebene, und erhebt Zweifel in Bezug auf das im Vertrauen Übergebene. Beim Kauf und Verkauf bricht er (etwas ab). Und doch gilt der Kaufmann in der Welt für rechtschaffen ‖ 11 ‖

Etwas mit Messen, etwas mit Kunst..[5] ‖ 12 ‖

Da ging Prinz Mahâsena, sehr bestürzt, ab. Er kam zum Königshof, und frug da einen Mann: »Lieber! wer ist (hier) König!« Der sprach: »Dies ist Anyâyapuram (Unrechts-Stadt), König ist hier Nirvicâra (Unüberlegt), Oberschreiber[6] Anâcâra (Zuchtlos), Leibwächter[7] Sarvaluṇṭâka (Alles plündernd), Minister Sarvagila (Alles verschlingend), oberster Büsser Ajnânarâçi (Erz-Dummkopf), Arzt Jantuketu (Prahl-

---

[1] diese Namen klingen beide alterthümlich, sowohl wegen des Bhava als wegen des bhûti.

[2] gehört snâna etwa noch zu paṃcâgni? Zum Rauchtrinken s. Kauç. 82 tâsâṃ (es handelt sich um Scheite von çamyâka Holz) dhûmaṃ bhakshayanti.

[3] auch die modernen Geschichten der Jaina pflegen vielfach durch drei Generationen hindurch zu gehen; ein Rest aus alter Zeit.

[4] zu dieser ungeschickten Wiederholung siehe oben S. 577.

[5] es liegen nur die Anfangsworte dieses Verses vor.

[6] çrîkaraṇa Schreibrohr Pet. W.

[7] ? cf. talavara in den Jaina Aṅga etc., s. Ind. Stud. 16, 38.

hans?), Apotheker(?) Kuṭambakolâhala (Marktschreier?), Hauspriester Çilapâta (?Sittenverderber), Kaufmann Vañcanâmati (Betrug im Sinn habend), Hetäre Kapaṭakoçâ (an Kniffen reich)«. Als der Prinz das hörte, dachte er: »Ah! meine Juwelen sind dahin!« Da kam gerade ein Weib, ein Wittwe in mittleren Jahren[1], mit gelöstem Haar, weinend herbei und trat in den Hof des Königs. Mahâsena folgte ihr dahin. Auf die Frage des Königs: »was weinst du?« sagte sie: »König, ich bin die Mutter eines Diebes, wohne in deiner Stadt, zanke mich mit Niemand, gehe auch in Niemands Haus«. Der König dachte für sich: »o diese Tugendsamkeit!«, laut aber sprach er wieder: »(was) weiter?« Da sprach das Weib: »König! Heute ging mein Sohn um bei dem reichen Devadatta mittelst einer Grube einzubrechen[2]. Da fiel wegen ihrer Morschheit eine Mauer auf ihn, und da starb mein Sohn. Dabei kann mir nun nur der Herr (der König) helfen. O König! ich bin alt, hatte den einen Sohn, jetzt bin ich nun meines Haltes beraubt. Wer wird um Kleidung u. s. w. für mich sorgen?« So sprechend heulte sie heftig. Der König sprach: »Mutter! Deine Sorge werde ich ganz zu der meinen machen; sei ohne Sorge!«, ehrte sie und entliess sie. Darauf liess der König den reichen Devadatta kommen und frug ihn: »Du Bösewicht! wie kannst du deine Hausmauer morsch werden lassen?« Der sprach:[3] »König! bei der Vollständigkeit der für die Aufseher(?) und Arbeiter ganz nach Verlangen(?) verwendeten Kosten weiss (davon) nur (mein) Zimmermann. Was trifft mich dabei für eine Schuld?« Darauf ward der Zimmermann geholt; der sagte: »Herr! als ich gerade ganz darin vertieft war, die Mauer dem Faden gemäss aufzuwerfen, da sah ich die schön geschmückte Tochter des Devadatta, ein leibhaftiges Gefäss frischer Jugendreize. Da habe ich denn wohl, indem meine Augen auf sie gerichtet waren, bei dem Verbinden der Backsteine eine Nachlässigkeit begangen. Da trifft mich keine Schuld.« Da liess der König diese herbeirufen; sie sprach: »König! als ich nach Hause ging, sah ich einen nackten Bettler[4], und bin vor Scham auf einem falschen Wege eingetreten. Was habe ich dabei verschuldet?« Der Bettler herbeigeholt sprach: »Herr! Euer Schwiegersohn, der mit seinem Ross einen Gang einübte, hat mich angestossen; dadurch bin ich ihr zu Gesicht gekom-

[1] s. Pet. W. unter kâtyâyanî.

[2] wörtlich: ihm eine Grube zu geben.

[3] seine Antwort, und dies gilt auch für die übrigen, ist absichtlich so gehalten, dass es eigentlich keine Antwort ist. Das Ganze ist eben als eine Satyre aufzufassen. Verkehrt ist ja schon, dass der Hausherr dafür zur Verantwortung gezogen wird, dass der Dieb bei dem Einbruch in sein Haus um's Leben kam.

[4] dies geht wohl speciell auf die von den Çvetâmbara so arg gehassten Digambara, nicht etwa auf brahmanische dergleichen Bettler.

men.« Der Schwiegersohn aber herbeigeholt sagte: »Herr! ich habe hier keine Schuld: das Schicksal allein trägt hier die Schuld, durch welches mir gerade der Gedanke gekommen ist«. Darauf sprach der König: »He, he ihr Räthe! holt mir eilig das Schicksal herbei, das so gesündigt hat; ich dulde bei Niemandem etwas Unrechtes«. Die aber[1], die Schelme, sprachen: »Herr! das schuldige Schicksal hat sich aus Furcht vor dir gleich damals geflüchtet. Wir werden überall hin Leute senden. Schnell wird es gebunden herbeigebracht werden, durch die hohe Kraft deiner Majestät, und dann wird erkannt werden, ob die Conjunctur Herr der Gestirne ist(?)«. Nachdem sie so gesprochen, entliess der König sie alle und ging zum Essen in seine Wohnung.

Da dachte Mahâsena: »o über die unüberlegte Rechtspflege (?)! hin sind meine Juwelen, was soll ich da noch viel jammern! Lebende Wesen haben bei vielen Anlässen Gefahren zu bestehen (?)«. Darauf ging er in das Haus der verschmitzten[2] Hetäre Kapaṭakoçâ, und erzählte ihr die ganze Geschichte mit seinen Juwelen. Die empfand Mitleid mit ihm und sagte: »Lieber! thue nichts Unüberlegtes (?); du sollst deine Juwelen wieder erhalten«. Darauf packte sie die kostbarsten Juwelen ihres Hauses zu Tausenden in einen Korb, machte Bündel von Zeug, Seidenzeug, Baumwolle, Moschus, Perlen, Korallen etc., bestieg eine Kameelstute und von drei oder vier die Körbe tragenden Dienerinnen umgeben ging sie in das Haus des Kaufmanns, und sagte: »Kaufmann! Meine Schwester in Vasantapura ist sehr krank, das Leben steht ihr in der Kehle. Ich will hin, um sie (noch einmal) zu sehen. Mittlerweile mögen diese Juwelen und alle diese Stoffe, Kampher etc., in deiner Verwahrung bleiben. Stirbt meine Schwester, so gehe ich ins Feuer. Und du sollst dann dies Alles in frommer Weise verwenden«. Der Kaufmann, von Begier ganz überwältigt, sagte es zu. In dém Moment kam, wie verabredet, Mahâsena und verlangte nach seinen Juwelen. Der Kaufmann aber[1], in seiner Begier nach den vielen Schätzen der Hetäre, sprach um seine Ehrlichkeit zu bekunden: »Nimm sie«, holte die vier Juwelen, und gab sie ihm. Der verlangte aber auch das fünfte. Da sprach der Kaufmann zu seinem Sohne: »Sohn! sein fünftes Juwel habe ich im Hause des Dhanâvaha deponirt. Verpfände du nun (unser) eigenes Haus und hole es.« Der that so und brachte es. Mahâsena nahm es in Empfang. In dém Moment aber kam, wie verabredet, ein Mensch, voll Schweiss und Aufregung, um die Hetäre zu beglückwünschen: »Mutter! deine Schwester lebt, ist wieder ganz gesund, du brauchst gar nicht zu kommen. Dies

[1] api. [2] kad-âçaya; er ging wohl grade déshalb hin, um bei ihr sich Rath zu holen.

zu sagen bin ich hergesandt.« Darauf nahm die Hetäre zurück, und schickte heim, alle die Schätze, die Körbe mit den Juwelen etc., und tanzte vor Freuden: »ach! meine Schwester lebt!« Mahâsena tanzte auch: »ich habe meine Juwelen wieder«. Und da fing auch der Kaufmann an zu tanzen. Als ihn aber Jemand frug: »die Hetäre tanzt, weil ihre Schwester lebt. Mahâsena tanzt, weil er seine Juwelen wieder hat. Aber Kaufmann! weshalb tanzest du?« Der Kaufmann sprach: »ach! ich habe die ganze Welt betrogen, bin aber noch nie betrogen worden. Jetzt hat sie mich betrogen. Darum tanze ich«. Da ward der Kaufmann von allen Leuten verlacht: »die Juwelen sind fort; das Haus ist fort, die Hetäre hat ihre Juwelen wieder mit sich genommen, ah, nun ist auch er (mal) betrogen!« und gerieth darob in grosses Leid; er entsagte der Welt und ward Asket. Mahâsena aber kehrte heim in seine Stadt, kam auch nach einiger Zeit daselbst an und war froh durch die Gunst (im Genuss) seiner fünf Juwelen.

Einstmals[1] entstand nun dort im Lande eine zwölfjährige Hungersnoth. Viele Leute starben vor Hunger. Manche wanderten aus. Mancher Vater verkaufte seinen Sohn für ein Maass Korn. Die Leichname der Ausgehungerten sah man (blieben liegen) auf der Stelle, wo sie hingefallen waren. Bei solcher Sachlage von Mitleid ergriffen liess Mahâsena in gläubiger Hingabe Verpflegungshallen herrichten. Da wurden die Elenden, Hülflosen, Bettler etc. gespeist. Den Erkrankten wurden Heilmittel beschafft. Nach allen vier Himmelsgegenden erschallten die Trommeln, welche die freie Speisung verkündeten. Die früher sogar reich, jetzt arm geworden waren, wurden durch heimliche Darreichung von (gefüllten) Körben u. s. w. unterstützt. Da kam nun einst irgend ein hülfloses Weib, vor Hunger am ganzen Leibe mit Beulen bedeckt, in sein Hospiz. Sie bekam zu essen, aber wegen der Geschwächtheit ihrer Verdauung konnte sie das Genossene nicht vertragen und wurde sehr krank. Von herzlichem Mitleid erfasst, nahm sie Mahâsena in sein Haus auf, liess sie durch geschickte Ärzte behandeln, und sie ward wieder hergestellt. Auch die Gattin des Mahâsena, Namens Guṇasuṃdarî war an ihrem Platz, gab reiches Almosen und speiste die Elenden, Hilflosen etc. mit eigener Hand, indem sie ihnen die Nahrung reichte. — Die Seele des Mahâsena ist denn nun in Folge dieser reichen Almosen-Spende in dir als Kaufmann Campaka wiedergeboren worden; Guṇasuṃdarî ist nach ihrem Tode als Tilottamâ (neu) erstanden. Jene alte beschützte Frau ist, nachdem sie

[1] wir kommen nunmehr also zu dem eigentlichen Kern der Erzählung vom Jaina-Standpunkt aus; daher auch die specielle Bezeichnung am Schluss: anukaṃpâdâne. Alle dergl. Jaina-Erzählungen haben ein bestimmtes moralisches Thema zum Gegenstand, sind resp. zur Erläuterung desselben bestimmt (als dazu gehörige udâharaṇa, dṛishṭânta).

gestorben, jetzt diese Alte hier geworden, die schon von Kindheit an dich liebevoll behütet hat. Der Kaufmann Vañcanâmati aber ist nach Absolvirung seines Asketen-Gelübdes als Kaufmann Vâdhû geboren worden; weil er dir damals deine Juwelen raubte, hat er dir (jetzt) seinen Reichthum von 96 koṭi lassen müssen: denn es heisst:

Tödten, Verläumden u. s. w. ‖ 13 ‖

Du hast damals dem Vañcanâmati eine Niederlage bereitet, daher stammte jetzt der Hass gegen dich. In deiner Existenz als Mahâsena hast du einen Verstoss(?) gegen die Familie begangen, daher bist du in Kâmpîlyapura als Sohn einer Sklavin des Kaufmanns Trivikrama geboren worden«.

Nachdem Campaka so seine frühere Existenz erfahren[1], nahm er mit seiner Gattin die Weihe, gelangte nach Erfüllung derselben in den Himmel und wird in Mahâvideha der Erlösung theilhaftig werden.

Hiermit schliesst als Beispiel für mitleidiges Spenden die Erzählung vom Kaufmann Campaka.

Meinem verehrten Freunde Reinh. Köhler in Weimar verdanke ich, wie im Jahre 1869 zu der Episode aus dem Jaimini-Bhârata, so auch diesmal wieder zu der vorstehenden Erzählung folgenden interessanten Nachweis, für den ihm alle Freunde dieses internationalen Zweiges der Literaturgeschichte bestens verpflichtet sein werden.

»A. Wesselofsky hat in der Romania 6e Année, 1877, S. 181 ff. bei Gelegenheit der Herausgabe eines französischen Gedichtes über den Kaiser Constantin (Dit de l'empereur Constant) ausführlich und natürlich mit Benutzung Ihrer Abhandlung über die Episode aus dem Jaimini-Bhârata die verschiedenen Fassungen der Sage oder des Märchens von dem neugeborenen Knaben besprochen, dem vom Schicksal bestimmt ist, der Schwiegersohn und Erbe eines gewissen Herrschers oder Reichen zu werden, und der dies auch wird trotz allen Verfolgungen des Herrschers oder Reichen, dem jener Schicksalsschluss auf irgend eine Weise bekannt geworden war. Dabei hat Wesselofsky ein bis dahin noch nicht beachtetes ossetisches Märchen im Auszug mitgetheilt (S. 194 f.), welches der Geschichte vom Kaufmann Campaka merkwürdig nahe steht. Wesselofsky's[2] Auszug lautet so:

[1] dies ist in solcher Erzählung stetig der Termin, sei es für den Tod selbst, sei es zum Wenigsten für das Aufgeben der weltlichen Beziehungen.

[2] Wesselofsky citirt als seine Quelle: Collection de renseignements sur les habitants du Caucase. Vol. II: Djantemir Schanajef, Contes populaires ossètes, p. 6—7: Le prophète aimant Dieu.

Il y avait une fois un prophète fort pieux qui n'avait pas d'enfants. Cet homme qui pénétrait le sens caché de la parole divine, avait appris par une de ses lectures qu'il lui naîtrait une fille, que Dieu ferait échoir en partage au fils d'un coussak (esclave ou serf du prince). Désirant prévenir l'accomplissement de cette prophétie, il pria le prince de lui ceder la femme du coussak: il emmène cette femme enceinte dans les champs et l'éventre d'un coup de sabre; puis il la laisse morte sur place. »Et, comme c'était oeuvre divine, l'enfant sortit du ventre de sa mère et rampa jusqu'à ses mamelles, dont il se mit à sucer le lait.« Un prince, qui n'avait pas d'enfants, se trouvant à la chasse, aperçoit le petit, le fait porter dans sa maison, l'élève et en fait son fils adoptif. »Il faut que je lise mon livre«, se dit un jour le prophète, et il lut que l'enfant était en vie. Alors il se rend chez le prince et lui dit qu'il a absolument besoin d'envoyer une lettre au sujet d'une affaire fort importante, et que le seul à qui il puisse confier ce message est le fils du prince. Le jeune homme part avec une lettre où ordre est donné de ne pas le laisser sortir vivant. Il était encore nuit lorsqu'il arriva à la maison du prophète. Epuisé de fatigue, il s'endormit sur le seuil, et pendant son sommeil la lettre lui glissa de dessous l'aisselle. Sur l'aube, la fille du prophète aperçut le beau garçon, dont elle s'amouracha. C'était oeuvre de Dieu: elle ramasse la lettre et, l'ayant lue, elle la déchire; puis elle se hâte d'en écrire une autre selon son coeur et la glisse dans la poche du jeune homme. Ce fût avec ce message qu'il se présenta à la femme du prophète. Celle-ci était tout heureuse de voir arriver un gendre. Puis, ainsi que la jeune fille l'avait recommandé dans la lettre, on lui prépara tout ce qu'il lui fallait pour son trousseau et on la laissa partir avec le jeune homme. Quand ils se présentèrent au prophète, celui-ci s'écria tout stupéfait: O seul vrai Dieu. rien ne se fait donc sans ta volonté.

Hier haben wir also wie in der Geschichte des Campaka den sonst in keiner der Parallelen vorkommenden Zug, dass der Feind des noch ungeborenen Helden der Erzählung dessen mit ihm schwanger gehenden Mutter ermordet, dass aber trotzdem der Held aus dem Leib der todten Mutter lebend zur Welt kommt.

Zu der Geschichte wie der Kaufmann Vañcanâmati die bei ihm hinterlegten Juwelen dem sie zurückverlangenden Mahâsena ableugnet und sie ihm erst in Folge der von der Hetäre Kapaṭakoçâ ersonnenen List zurückgiebt, finden sich Parallelen in Cardonne's Mélanges de littérature orientale I, 61, J. Scott's Tales, Anecdotes and Letters, translated from the Arabic and Persian, S. 207, Steinschneider's Manna No. IX (aus Ibn Sahala's Ma'schal hakadmoni) und in des

Petrus Alfonsi Disciplina clericalis, Cap. XVI, aus welcher letzteren Sammlung wieder die Gesta Romanorum Cap. 118, das Libro de los Exemplos Cap. 92 u. a. geschöpft haben«.

Campâ nâma nagarî saugaṃdhika-tâmbûlika-kâṃdavika-suvarṇakâra-maṇikâra-sauvarṇika-mâṇika-vattika[1]-nâṇavarttaka-sukhabhakshikâkâra-kaṇâpaṇika-dûshyaka-carmakâra-kâṃsyakâra-mâlâkâra-sûtradhâra-ghṛitâpaṇika-tailika-sautri-kârpâsika-sâṃdraçâlika-kâshṭhaçâlika-rajaka-paṭṭika-vaijnânaçâlika-taṃtuvâyaprabhṛiticaturaçîticatushpatharamaṇîyâ, tatra Sâmaṃtapâlo râjâ; tatra Vṛiddhidatto vyavahârî, tasya ca suvarṇânâṃ shaṇṇavatikoṭayo 'bhîshṭadevatâvat devatâvasarâpavarake pûjyaṃte, sa ca nityaṃ kusî[2]dravyeṇa prativarshaṃ kaṇaghṛitatailâdisaṃgrahâvasaravikrayaṇena sthâvarakrayâṇakasthâpanayâ bahumûlyamuktâphalaratnakrayâdinâ ca vittaṃ arjayâmâsa, tathâ 'pi devagurupûjâ-'tithisatkârâdisukṛitarahitatvena nijaṃ manu[3]janma vyarthayâmâsa.

anyadâ pâççâtyarâtrau jâgarûko: »'syâ lakshmyâ bhoktâ 'vatatâre« 'ty adṛishṭavaco 'çraushît; »aho kim etad« iti sambhrâṃto: »mamâ 'putrasya ko 'py anyo 'syâḥ çriyâ bhoktâ bhâvî« 'ti dadhyau, evaṃ dinatrayaṃ nityaṃ çuçrâva; anyadâ gotradevyâḥ pûjâṃ vijadhâya[4] tasyâḥ puraḥ kuçaprastare vihitopavâsaḥ çayitaḥ, saptame co 'pavâse devî pratyakshâ jâtâ provâca ca: »he vyavahârin satyam eva tad adṛishṭavacanaṃ, avatîrṇa eva tvallakshmîbhoktâ, kiṃ karomi, mayâ 'py atra kim api na syâd, balîyasî bhavitavyatâ«, çreshṭhî prâha: »tarhi kvâ 'vatîrṇo 'sti sa iti vada«, devy uvâca: »Kâmpîlyapure Trivikramagṛihe Pushpaçrînâmnyâ dâsyâḥ kukshau«, ity abhidhâya tiro 'dhatta; atha prâtaḥ pâraṇaṃ vidhâya çreshṭhî laghubhrâtrâ Sâdhudattanâmnâ saha vicâraṃ cakâra, sarvaṃ tad devatâvacaḥ provâca, tat çrutvâ Sâdhudattaḥ prâha: »bâṃdhava! yadi devair idam uktaṃ tarhi satyam eva, balîyasî bhavitavyatâ, mâ vishâdîḥ, atra kenâ 'pi kim api na syât«; Vṛiddhidatto 'bhâṇît: »vatsa, yady api bhavitavyatânâço na syât tathâ 'pi purushaiḥ purushakâro na moktavyaḥ, yataḥ purushakâre koṭiṃ prâpte bhavitavyatâ 'py anyathâ syât, yad uktam:

udyamaṃ[5] sâhasaṃ dhairyaṃ balaṃ buddhiḥ parâkramaḥ |
shaḍ ete yasya vidyaṃte tasya daivo(de°) 'pi çaṃkate || 1 || iti,

Sâdhudatto 'bhyadhât: »baṃdho! daivavaçena bhavitavyânyathâkaraṇâya yadi çakrair api upakramyate tadâ 'pi kleça eva, na sâdhyasiddhiḥ, yad uktam:

---

[1] vartaka? [2] kusîda? [3] manushya. [4] vidhâya. [5] °maḥ, s. Böhtlingk Indische Sprüche 1247.

daivam[6] ullaṃghya yat kâryaṃ kriyate phalavan na tat |
saro'mbhaç câtakenâ "ttaṃ galaraṃdhreṇa gachati || 2 ||

atrâ 'rthe çriṇu kathânakaṃ:

Ratnasthalanagaraṃ Ratnaseno râjâ putro Ratnadattaḥ 72 kalâpravîṇaḥ, atha râjâ kumârasyâ 'nurûpakanyâvilokanâya kumârarûpâlaṃkritaṃ paṭaṃ janmapatrikâṃ cà 'payitvâ[7] shoḍaça2 maṃtriṇaç catasrishu dikshu prâhiṇot, tataç câ 'nurûpâṃ kanyâṃ kvâ 'py alabdhvâ kevalaṃ prayâsavairasyam anubhavaṃtaḥ pûrvâdibhyo vyâvrittâ nritye jâyamâna[8] na fol. 1[b] rttakyâs tâlamele vismaraṇa ivâ "tmânam akritârthaṃ manyamânâḥ svapuram âgatâḥ; atha ye shoḍaça kauberî(ṃ) diçam abhi calitâs te bhramaṃto Gaṃgâtaṭe Caṃdrasthalanagaraṃ prâptâḥ, tatra Caṃdraseno râjâ, tasya Caṃdrâvatî kanyâ 64 kalâkuçalâ divyarûpapâtraṃ, atha tair maṃtribhir darçitaḥ kumârarûpapaṭo janmapattrikâ 'ca, tato râjnâ svaputrî tatrâ "hûtâ samâyâtâ, ubhayor api yogyatâ drishṭâ, tata âhûtâ gaṇakâ lagnagrahaṇârthaṃ, te hi dvâdaça varshâṇi çodhayitvâ prâhuḥ: »râjann adyatanât saptadaçe dine yâdriçaṃ lagnam asti tâdriçaṃ 12varshîmadhye nâ'sti«; râjo 'vâca: »dûre varaḥ, lagnaṃ tv âsannaṃ, atra ka upâyaḥ?«, maṃtriṇaḥ prâhuḥ: »ushṭrikâḥ pavanavegaḥ[9] raktavarṇâḥ preshyaṃte, tâbhiḥ çighraṃ kumâram evai 'kam atrâ "nayata«, tato râjnâ »tathe« 'ti pratipadyo 'shṭrikâbhiḥ pavanavegâbhis te maṃtriṇaḥ prahitâḥ, dinapaṃcakena te svanagaraṃ prâpuḥ, Ratnaseno 'pi râjakanyârûpapaṭavilokanât saṃjâtapramodaḥ kumâraṃ tair eva maṃtribhiḥ saha tâbhir ushṭrikâbhiḥ prayâṇaṃ[10]sajjam akarot; — itaç ca Laṃkâyâṃ Râvaṇo râjâ, tasya 4sahasrâ akshauhiṇyaḥ 18 koṭayo vâditrâṇâṃ[11], iṃdrâdayo devâḥ salokapâlâḥ sevakâḥ, atra Râvaṇa-riddhi[12]varṇanaṃ; tenâ 'nyadâ naibhittikaḥ[13] prishṭaḥ: »kathaṃ kuto vâ[14] bhâvî« 'ti, sa prâha: »Râma-Lakshmaṇahastât tava mrityuḥ, tau câ 'yodhyâṃ[15] Daçarathaputrau bhavishyataḥ«; tato Râvaṇaḥ svamaṃtribhiḥ saha vicâram akarot: »etad apy anyathâ katham api syâd« iti, maṃtriṇaḥ prâhuḥ: »bhâvyasya katham anyathâtvaṃ, yataḥ:

vihi[16] bhaṃjâvaï vihi ghaḍaï vihi ghaḍiuṃ[17] bhaṃjei |
muhiyâṃ loka taḍapphaḍaï ja[18] vihi karaï taṃ hoi || 1(3) ||«,

Râvaṇaḥ sagarvaṃ »haṃho vidhinâ, purushottamânâṃ paurusham eva pramâṇaṃ«, naimittikaḥ prâha: »râjan! mai 'vaṃ vâdî[19]:

caṃdrasthala-ranna[20]sthala-nagaranripâpatyasaṃgamo bhâvî |

[6] dieser Vers findet sich bei Böhtlingk nicht vor; das zweite Hemistich steht hier nur am Rande. [7] 'rpay°. [8] °ne. [9] °gâ(ḥ). [10] payâṇa-. [11] vâhi°. [12] ṇarddhi° [13] naimi° [14] hier fehlt etwa: mrityur me. [15] °dhyâyâṃ. [16] auch dieser Vers ist neu. [17] Gerundium [18] muhiu lou taḍapphaḍaï jaṃ. Diese Herstellung verdanke ich Pischel. Das Metrum ist Dohâ, 24 Kürzen in jedem Hemistich. Zu taḍapphaḍaï s. Hem. 4, 366; Pischel im Comm. p. 193 vergleicht Mahr. taḍaphaḍaṇeṃ, Gujr. taḍaphaḍavuṃ to toss about, to flounce, flounder. Vgl. noch taḍaphaḍiaṃ paritaç calitaṃ Desînâmamâlâ 5, 9 ed. Pischel. [19] vâdîç. [20] ratna.

adyatanâhâd divase saptadaçe hy asti madhyâhne || 1(4) ||
taṃ vighaṭayituṃ çaktas tvaṃ vâ[21] 'nyo vâ bhavan[22] mahattaraḥ ko 'pi | majji[23] bhavatu sa, nûtaṃ[24] sadhâ[25] çuddhâ maye 'ha kṛitâ || 2(5) ||«;

itaç ca Râvaṇas tadvidhiniyogânyathâkaraṇâya Caṃdrâvatîkanyâ[26] rakshodvayenâ 'pahârayat[27], tatrâ "nîtâ ca tena, tato Râvaṇo vidyâdevîṃ kâṃcanâ "dideça, yathâ: »timiṃgalirûpaṃ parvataprâyaṃ kṛitvâ lagnadinâvadhi bhakshyapeyatâmbûlam anyad api kâryakâri vastu Caṃdrâvatîṃ cai 'nâṃ('tâṃ) kanyâṃ daṃtamayamahattaramaṃjûshâ(yâ)ṃ svavadanamadhye sthâpayitvâ va[28] Gaṃgâsaṃgamâṃtarâle jalamadhye tishṭha, saptadaçadinâvattidhi[29]«, tataḥ sâ Râvaṇâdeçaṃ tathai 'va cakre; tato Râvaṇas Takshakanâgaṃ vyaṃtaradevaviçesham âkâryâ "dideça, ya fol. 2ᵃ thâ: »Ratnadattakumâraṃ Caṃdrâvatîkanyâvivâhâya sajjîbhavaṃtaṃ yâtvâ daça«; tatas tena Ratnadattakumâro dashṭaḥ, mâṃtrikâ âhûtâḥ. kṛitâs tai(ḥ) çataço vishacikitsâprakârâḥ, paraṃ na jâtaḥ ko 'pi guṇaḥ, atha »vishamûrchâ shâṇmâsikî çâstre proktâ, ato jalamadhye pravâhyate 'sau, nâ 'gnisaṃskâreṇa dahyate« iti vijnavacasâ râjnâ purushapramâṇapurusha[30] peṭâyâṃ kshiptvâ kumâraḥ[31] pravâhitaḥ, sâ ca peṭâ jalamadhye bhramatî[32] bhâvyavaçât tasyâs time[33] pârçvaṃ prâpa: itaç ca timaṃgila[34] devatâ 'pi bhavitavyatâvaçât saptadaçe divase vismṛitayathâdishṭakartavyâ lagnadine prabhâtakâle »khinnâ 'smy etâvaddinamukhâṃtarnihatayâ[35] 'nayâ maṃjûshayâ calituṃ api na çaktâ, saṃprati muhûrtam ekaṃ maṃjûshâṃ bahir vimucya Gaṃgâsâgare krîḍâṃ karomi« iti dhyâtvâ maṃjûshâṃ mukhâd bahiç cakâra, âsannadvipe mumoca, tasyâ dvâram udghâṭya »vatse! muhûrtam ekam ahaṃ jale krîḍâṃ karomi, tâvatâ bhavatî kshaṇaṃ jaladhitaṭe krîḍatu« ity udîrya gatâ krîḍâyai timiṃgilî devî; atrâ 'ṃtare sâ maṃjûshâ[36] pavanapraṇunnâ tatrâ "yâtâ kanyayâ kautukâd udghâṭitâ, dṛishṭo madhye vishamûrchitaḥ kumâraḥ, vishâpahârimaṇiramaṇîyasvamudrikâjalena siktâ[37] jâtaḥ sacetanaḥ kumâraḥ, »aye pâṭalikhitarûpasâdṛiçyopalambhân manye: Ratnadattakumâro 'yaṃ yasmai pitrâ 'haṃ dattâ« iti jaharsha kanyâ, kumâro 'pi »adya saṃprati âvayor vivâhalagnam« iti svasvakathâṃ kathayitvâ gâṃdharvavivâharîtyâ pâṇigrahaṇam akârshî[38]: atha kiyaṃty api jâtyâny âmalakapramâṇâni muktâphalâni ratnâny api jaladhitaṭapatitâni saṃgṛihya timiṃgilîsamâgamanavelâṃ jnâtvâ maṃjûshâmadhye dvâv api baddhavastrâṃcalau pravishṭau, dvâraṃ ca pihitam: samâyâtâ ca timiṃgilî devî, »vatse! madhye tishṭhasi?« 'ty ukte kanyâ prâha: »mâtaḥ! sukhenâ 'smi madhye«: tataḥ sâ tâṃ maṃjûshâṃ tathai 'va mukhâṃtaḥ sthâpayâmâsa. itaç ca Râvaṇena naimittikaḥ prokto: »mayâ bhâvyam

[21] nâ! [22] bhavan ist metri c. zu tilgen. [23] sajji. [24] nûnaṃ. [25] saṃdhâ. [26] ?tiṃ 'kanyâṃ. [27] apâhâ°. [28] °tvai'va! [29] °nâvadhi. [30] parusha! [31] jale fehlt hier. [32] °maṃti. [33] timeḥ. [34] timiṃ°. [35] nihi°. [36] die peṭâ nämlich! [37] siktvâ. [38] °rshît.

api tayoḥ pâṇigrahaṇaṃ ṭâlitaṃ, tad vaco 'nyathâ jâtaṃ«, tata ânâyitâ sâ timiṃgilîrûpâ devî, bahiḥkṛitâ maṃjûshâ udghâṭitâ ca, divyarûpeṇa tena sanâthaṃ[39] sakaṃkaṇakarâṃ tâṃ dṛishṭvâ vismitâḥ sarve, nija2vṛittâṃtaṃ kathayâmâsatus tau Râvaṇasya purastât; tato »bhâvyam apy anyathâ na bhavati« 'ti Daçamukho 'pi niççikâya; atha satkṛitya visṛishṭaḥ kumâraḥ sakalatro 'pi Râvaṇaprahitair vidyâdharair nîtaḥ svapure militaḥ, svapitrâdînâṃ jâtaḥ paramânaṃdaḥ.«

iti kathayitvâ virate Sâdhudattavyavahâriṇi upakramavâdî Vṛiddhidattaḥ prâha: »nâ 'yam ekâṃtaḥ, upakramo 'pi pramâṇaṃ, yataḥ:

udyoginaṃ[40] purushasiṃham upaiti lakshmîr daivaṃ tu daivam iti kâpurushâ vadaṃti | daivaṃ nihitya[41] kuru paurusham âtmaçaktyâ yatne kṛite yadi na sidhyati ko 'tra doshaḥ ||1(6)||

atra dṛishṭâṃtaḥ çrûyatâṃ:

Mathurâyâṃ Harabalo (Hari°) râjâ, Subuddhir maṃtrî sarvabuddhinidhânaṃ. anyadâ samakâlam ekasminn eva lagne râjnaḥ pradhânasya ca putro jâtaḥ, râjaputrasya Haridatta iti nâma, maṃtriputrasya Matisâgara iti nâma. anyadâ shashṭhijâgaraṇamahe niçîthasamaye kâm api striyaṃ vyaṃtarîsadṛiçâkârâṃ svagṛihân niryâṃtîṃ dṛishṭvâ maṃtrî[42] kenâ 'pi prayojanena prabuddhas tâṃ kare dhṛitvâ jagau: »bhadre! kâ tvaṃ?«, sâ prâha: »maṃtrin! vidhir iti prasiddhanâmnî vyaṃ fol. 2[b] tarî devatâ 'haṃ, dvayor api kumârayor adya kapâle 'ksharalikhanâyâ 'trâ ''yâtâ, likhitâny aksharâṇi, saṃprati yâṃty asmi«; maṃtriṇo 'ktaṃ: »kiṃ likhitam asti tvayâ«, sâ 'bhyadhât: »ayam âkheṭakakartâ bhâvî, pratidivasaṃ mṛigayâyâṃ ekajîvaḥ patishyatî 'ti râjnaḥ sutasya lalâṭe, tathâ: 'sau kâshṭhavâhako bhâvî, pratidinaṃ cai 'ka eva kâshṭhabhâraḥ çirovâhya eva saṃpatsyate nâ 'dhika iti maṃtriṇaḥ sutasya bhâle câ 'ksharâṇi likhitâni mayâ«, iti vyaṃtaryâ prokte maṃtrî prâha: »he vidhe! katham anîdṛiçaṃ dvayor api kulânucitaṃ tvayâ likhitaṃ?«, vidhiḥ prâha: »maṃtrinn evaṃvidhe 'vâ 'nayor bhavitavyatâ, na hi kenâ 'pi laṃghayituṃ pâryate«, maṃtrî jagau: »tathâ yatishye svabuddhibaleta[43] yathâ tvayâ likhitaṃ sarvam anyathai 'va bhavishyatî«, »'ti pratijnâ(taṃ) tvayâ, punaḥ[44] svapratijnânirvahaṇe yatanîyaṃ, yâvad etayor bhâle likhitam asti tâvat pratyahaṃ saṃpâdanîyaṃ«, »bhrashṭapratijnâ hâsyam âpsyasi«, »kim atra kîṭo manujaḥ karishyasi tvam« ity uditvâ 'tha vidhis tirodadhe; sushvâpa maṃtrî manasî 'shṭadevatâṃ smaran, vidhes tad vacanaṃ na vismaran. atha tatra pure sîmâlabhûpâlasainya(ṃ) prâpa. Haribalo râjâ ciraṃ çarâçari khaḍgâkhaḍgi kuṃtâkuṃti yuddhaṃ kṛitvâ prâṇâṃs tatyâja, gṛihîtam puraṃ vairibhiḥ; tadâ câ 'vasaraṃ prâpya Haridatta-Matisâgarau nashṭau, bhuvi bhramaṃtau bhikshayâ nirvahaṃtau Lakshmîpuraṃ prâptau; râjaputro vyâdhagṛihe

[39] °nâthâṃ. [40] s. BÖHTLINGK 1255 (im zweiten pâda Varianten). [41] nihatya. [42] mantrî bis °buddhas sollte vor: kâm api stehen. [43] balena. [44] hier fehlt wohl mayâ vor punaḥ.

gataḥ, teshâṃ bhṛityo jâtaḥ, anyadâ âkheṭakaṃ[45] kurvan pṛithak kuṭîrakaṃ kṛitvâ sthitaḥ; maṃtriputro 'pi kâshṭhabhâraṃ vanâd ânîya svanirvâham atanot; kathaṃ vidher aksharâṇy anyathâ syuḥ! — itaç ca Subuddhi(r) maṃtry api bhuvi bhraman tatra puri samâyâtaḥ, dṛishṭaḥ svaputraḥ kâshṭhabhâraṃ vahan pṛishṭaç ca: »kim etad« iti, sa prâha: »tâta! prâtar vane yâmi; ghaṭîṃ vâ yâmaṃ vâ sarvaṃ vâ dinam upakramaṃ kurve, tathâ 'py eka eva çirovâhyaḥ kâshṭhabhâraḥ prâpyate nâ 'dhikaḥ, etâvatâ 'pi nirvâhaḥ syât«; maṃtrî svabuddhyâ vicârya vidhivilasitam anyathâ kartuṃ prâha: »vatsa! yadi vane caṃdanakâshṭhânâṃ bhâraṃ prâpnoshi tadâ tâni tvayâ neyâni nâ 'parâṇi, yadi na prâpyaṃte tâni tadâ laṃghanaṃ kâryaṃ ta[46] vahatyâm«; etena tathâ pratipannaṃ; evaṃ râjaputrasya militasya proktaṃ maṃtriṇâ: »vatsa! yady âkheṭake tava pâçe hastî patati, tathâ[47] sa baṃdhanîyaḥ, na mṛigâdayaḥ«; tenâ 'pi tathâ pratipannaṃ; dvâv api tathai 'va cakratuḥ, saṃdhyâsamaye 'pi jâte bubhukshâkshâmo 'pi maṃtriputraç caṃdanabhâram eva gaveshate sma nâ 'parâṇi kâshṭhâni gṛihṇâti sma, tadâ vidhinâ vyaṃtaradevatayâ svapratijnâtapûraṇâkulayâ kuto 'pi saṃpâviç[48] câṃdano bhâraḥ râjaputrasya pâçe pâtito mahâgajaḥ, tau puramadhye gatau vikrîye bahu dravyam ârjayatâṃ; evaṃ pratyahaṃ kuruta[49] sma, jâtau maharddhikau, hṛishṭo maṃtrî; râjaputrasya kiyatâ 'pi kâlena sahasraṃ gajâ tâḥ[50], maṃtriputrasya tu suvarṇakoṭayaḥ; tato 'nyadâ maṃtribuddhyâ dravyabalena daṃtisainyasaṃpattyâ ca vairiṇo nirjitya Haridattâdayaḥ prâptâ Mathurâyâṃ, prâptaṃ ca sâmrâjyaṃ, hṛishṭo maṃtrî svabuddhibalena vidhilikhitasyâ 'nyathâkaraṇât; tata ucyate:

udyoginam purushasiṃham upaiti lakshmîr iti.« ||

atha Vâghû[51]-mahebhyaḥ svabhrâtaraṃ prati provâca: »he bâṃdhava! yathâ tena maṃtriṇâ svopakramaphalaṃ prâptaṃ tathâ (fol. 3a) 'ham api svopakramaphalaṃ prâpsyâmi, vilokanîyaṃ bhavatâ.« atha kharoshṭrabalîvardaçakaṭâdisârthaṃ kṛitvâ Vâdhû-mahebhyaḥ Kâṃpîlyapuraṃ prâpa, krayâṇakakrayâdishv âptâ[52] niyojya svayaṃ Trivikramagṛihaṃ gataḥ; Trivikramo 'pi kṛitâbhyutthânâdipratipattir maṇimauktikapravâlâdi pradhânavastu saktaṃ[53] nijaṃ jnâpayan »kṛitârthâḥ smo bhavaddarçanene« 'ti savinayaṃ svahastenâ ''sanaṃ dadau, »prayâṇakâlâvadhi yushmâbhir atrai 'va gṛihe kuṭaṃbavṛittyâ stheyam« iti câ 'vâdît.

ehy[54] âgacha samâviçâ[55] ''sanam idaṃ, prîto[56] 'smi te darçanât
kâ vârttâ puri? durbalo 'si ca kathaṃ?[57] kasmâc cirâd dṛiçyase | ity[58] evaṃ

---

[45] Hiatus! [46] te. [47] tadâ. [48] °pâditaç. [49] kurutaḥ. [50] jâtâḥ. [51] Vâdhû (weil só fortab). [52] âptân. [53] sarvaṃ? [54] s. Böhtlingk 1478. [55] çrayâ Bgk. [56] bei Bgk. umgestellt mit dem Schluss des zweiten pâda. [57] kâ vârttâ atidurbalo (! mit Hiatus) 'si, kuçalaṃ Bgk. [58] das zweite Hemistich lautet bei Bgk. ganz anders, doch giebt er in der Note auch die obige Lesart, aus Subhâsh., an.

gṛiham âgataṃ praṇayitaṃ[59] ye bhâshayaṃty âdarât teshâṃ yuktam açaṃkitena manasâ gaṃtuṃ gṛihe sarvadâ[60] || 1 (7) ||

Vâdhûr api tad-âgrahât tatrai 'va kṛitaṃ[61]bhojanâsanaçayanâdir vastrâbharaṇaprabhṛityapûrvavastupradânena Trivikramasya patnîputraputrîdâsadâsîprabhṛitiparivâraṃ sagarbhâṃ Pushpaçrîdâsîṃ ca viçeshateḥ pratyahaṃ sanmânadânâdinâ ''varjayan sukhena caturo mâsân sthitaḥ; dvayor api jâtâ dṛiḍhâ maitrî; atha saṃpannakrayavikrayaḥ svapurîṃ gaṃtukâmas Trivikramam âpapṛiche; Trivikramaḥ prâha:

»mâ[62] gâ ity apamaṃgalaṃ, vraja iti[63] snehena hînaṃ vacas tishṭhe 'ti prabhutâ, yathâruci kuru tvaṃ sâ 'py[64] udâsînatâ | tat kiṃ[65] sâṃpratam âcarâmi bhavatas[66] tucho[67]pacâraṃ vacaḥ smartavyâ vayam âdareṇa bhavatâ[68] yâvat punardarçanaṃ || 1 (8) ||

yûyaṃ[69] svâṃ nagarîṃ gṛihâṃtaram iva prâptuṃ prayâṇonmuhhâ vartadhve, 'çvarathoshṭragoshu ruciraṃ yad bhûriratneshu vâ | utkṛishṭâni ca yâni bhûshaṇakṛite vastreshu vâ 'nyat tathâ yat kiṃcit kati[70] cit dinassa(°sya) raṇakṛit gṛihṇîta mattushṭaye« || 2 (9) ||

Vâdhûr abhyadhât: »sakhe yad mama gṛihe tat sarvaṃ tava tushṭyartham ava[71], prasâdalekhaiḥ satataṃ kṛitârthâ vidheyâ[72], tathâ 'pi yadi bhavato mahân nirbaṃdhas tadâ'sau vicakshaṇâ cittajnâ Pushpaçrîdâsî mârge 'nnapâkasnânakaraṇâdinipuṇâ prahîyatâṃ, svapuraprâptyanaṃtaraṃ çîghraṃ paççât prasthâpayishyate«; Trivikramo 'pi: »niviḍadâkshiṇyât pûjyâ 'sau madvirahâsahâ çîghraṃ prahetavyâ« ity abhidhâya tâṃ tasmai samarpayâmâsa; atha Vâdhûs tayâ dâsyâ sarathyâ 'dhirûḍhaç cacâla. anyadâ Ujjayinîsamîpe[73] pâpakarmechayâ sârthâd(!) paççâd-bhûya Pushpaçrîdâsîṃ rathât pâtayitvâ caraṇena tasyâ udaram vidârya nirdayaṃ parimṛidya çvâsanirodhena vinâçayâm âsa; tato râjanigrahabhayavyâkulatayâ çîghram agrataḥ prasthito militaḥ sârthasya, »dâsî çarîraciṃtâmishaṃ kṛitvâ kvâ 'pi gatâ, 'pi vilokitâ 'pi na dṛishṭe[74]« 'ty uttaraṃ sârthikânâṃ pṛichatâm akârshît, lekhapreshaṇena Trivikramasyâ 'pi tathai 'va jnâpayâmâsa; atha Vâdhû(ḥ) svavairivinâçât pramuditasvâṃtaḥ svâm purîm â(sa)sâda tasya ca Kautukadevîbhâryâyâṃ Tilottamâ kanyâ 64 kalâkuçalâ jâtâ. atha dâsyâ udarât tadâ jîvann eva garbho nissasâra; atrâ 'ṃtare co 'jjayinîvâsinî kâcid vṛiddhâ kenâ 'pi kâryeṇa grâmâṃtaraṃ gatâ, tenai 'va pathâ calitâ, tasyâḥ sârthenâ 'nyâ api tricaturâs[75] tatrâ ''yâtâḥ, jîvaṃtaṃ bâlakaṃ dṛishṭvâ vṛiddhâ prâha: »dhik! kenâ 'pi caṃḍâlakarmaṇâ 'sau pramadâ vyâpâditâ, na caurâṇâm idaṃ karma, suvarṇâ-

[59] °yinam. [60] gehâni gantuṃ sadâ Subhâsh. [61] del. das ṃ. [62] Böhtlingk 4781. [63] Hiatus, auch bei Bgk. [64] kurushvai 'shâ 'py Bgk. [65] kiṃ te Bgk. [66] °râma ucitaṃ Bgk. [67] gute Lesart; tatsopacâraṃ Bgk. [68] vayam eva tatrabhavatâ Bgk. [69] dieser Vers fehlt bei Bgk. [70] kati. [71] eva. [72] °dheyâḥ, wohl vayam zu ergänzen. [73] Hiatus. [74] die vielen api scheinen mir absichtlich, um die Verlegenheit des Vâdhû anzudeuten. [75] als Femininum gebraucht.

nâm âbharaṇânâ fol. 3b m agrahaṇât, atha: anâthacaityoddharaṇam[76] anâthavṛittirakshaṇaṃ | mahate puṇyâye ‖(10)‖ 'ti bâlam amuṃ svaputravat pâlayishyâmi«; tata âbharaṇâny asyâ aṃgebhya uttârya graṃthau baddhâ[77] bâlakaṃ ca lâtvo 'jjayinîm âyâtâ vṛiddhâ râjnaḥ samagraṃ vṛittâṃtaṃ nyavedayat, râjâ prâha: »vṛiddhe! matputra ivâ 'yaṃ bâlas tvayâ pâlanîyaḥ, samagraṃ svarûpaṃ sarvâvasarajaṃ ca kathaye«, tato râjnâ dâsyâ agnisaṃskâraḥ kâritaḥ; atha ca tasya bâlasya vṛiddhayâ prauḍhotsavapûrvaṃ Caṃpaka iti nâma dattaṃ, tasya ca sarvâm api ciṃtâṃ râjâ cakâra; lekhaçâlâyâṃ râjnâ samahotsava[78] muktaḥ svalpair eva dinaiḥ pûrvapuṇyânubhâvât 72 kalâkuçalo jâtaḥ; anyadâ lekhaçâlâyâm uktipratyukticâlanâpratyavasthânâvasare Caṃpakena nirjitaiḥ sarvai[79] lekhaçâlikaiḥ saha kalahe jâyamâne »re niḥpitṛika! kiṃ mithyâ garvaṃ vahasi« 'ty ukte kiṃcid dûno manasi svamadiram[80] âgatya jananîṃ prati prâha: »amba! kiṃ mama pitur nâma?«, tato vṛiddhâ svarûpaṃ sarvaṃ yathâvṛittam âkhyâtavatî. atha yauvanaṃ prâptaḥ kshmâpâdeçât krayavikrayâdi kurvâṇaḥ svalpair eva dinaiç caturdaça svarṇokoṭîr upârjayat, tasya ca guṇair âvarjitâḥ sarve 'pi vyavahâriṇo mitratâm aguḥ. anyadâ ko 'pi Caṃpakasya mitraṃ vyavahârî Caṃpâsamîpe kvâ 'pi grâme svaputrasya janyayâtrâyâṃ yiyâsuḥ snehataç Caṃpakaṃ sahâ ''kârayat: prâptâs tatra janyâ(ḥ); itaç ca tatra kanyâpitrâ mitratvâkad[81] âkârito Vâdhû-mahebhyo 'pi samâgât; saṃjâte pâṇigrahaṇamahe 'dyâ pi sthitâyâṃ janyâyâm anyadâ purâd bahi[82] vâpyâṃ daṃtadhâvanaṃ kurvâṇaç Caṃpako Vâdhûmahebhyena dṛishṭaḥ; aciṃtaya[83]: »ko 'yaṃ devakumârâkâraḥ?«; tato dvayor api kshaṇaṃ gîtakâvyâdigoshṭhî jâtâ, Vâdhûs tasya câturyaṃ rûpasaubhâgyaṃ ca dṛishṭvâ dadhyau: »evaṃvidhaç cen matputryâ varaḥ syât tadâ varaṃ, tataḥ pṛichâmy amuṃ kulanâmavaṃçasthânâdi«, atha câ 'prâkshît; Caṃpako 'pi maugdhyât sarvaṃ yathâvasthitam eva vṛiddhâpârçve jnâtaṃ kathayâmâsa; Vâdhûr dadhyau: »ahaha, sa evâ 'yaṃ mallakshmîbhoktṛitvena yo devyâḥ[84] proktaḥ, mayâ tadâ bhayavyâkulatvena bhâvyavaçâd dâsy eva vinâçitâ, na punar uda[85]raṇâdinâ pṛithakkṛitya tasyâ garbhaḥ, tato 'yaṃ sâmpratam îdṛigavayâ[86] jâtaḥ; na vinashṭam adyo[87] 'pi kim api; adhurâ 'trâ 'sau susâdho[88], Viçâlâyâṃ punar gataḥ prabhûtasuhṛitsaṃpattyâ duḥsâdho[88] bhâvî, kaḥ punar nṛihatyâdosho? 'gre 'py asya jananî hatâ 'sti, tataḥ kardama[89] kardamâya milatu, malinaparidhânasya malinam uttarîyaṃ bhavatu, saṃpraty eva kenâ 'pi kapaṭenâ 'muṃ mârayâmî« 'ti dhyâtvâ Caṃpakaṃ prâha: »vatsa! tvaṃ mama pârçva eva tishṭha, svalpair eva dinais tava bahu-

---

[76] es liegt hier das erste Hemistich eines Verses vor, der in der Handschrift aber nicht als solcher bezeichnet ist. [77] baddhvâ. [78] °tsavaṃ. [79] sarvair. [80] maṃd°. [81] °tvâd. [82] bahir. [83] °tayat, Vâdhû nämlich. [84] °vyâ. [85] radâ fehlt. [86] îdṛigv°. [87] adyâ. [88] man erwartet °sâdhyo. [89] °maḥ.

anyadâ Vâdhûçreshṭhî açrutasmaraṇavârttaḥ[113] svabhâryâṃ prâha: »priye! kim idaṃ patyâdeçe çîtalatvaṃ bhavatyâḥ?«, sâ jagau: »svâmin! kiṃ karomi? ahaṃsau[114] militavikâladarçî 'va, bahir eva ti[115] bahir eva bhuṃkte, atratya[116] pânîyam api na pibati, kṛitavaira(ḥ) kshatriya iva susaṃnaddhabhaṭaparivṛita evâ 'trâ ''yâti, tritîyabhûmau tishṭhati«: çreshṭhî ciṃtayâmâsa: »anyopâyasya dhyeyaṃ«, tataḥ: »pratyekaṃ bhavatâṃ suvarṇaçataṃ2 pratyekaṃ dâsye, mamâ 'yaṃ jâmâtâ chalena balenâ 'pi vinâçya eva bhavadbhir« iti bhâṃḍâgârarakshakân subhaṭân âdideça, tair api lobhât pratipannam etat, nityaṃ chalam anveshayaṃti sma, paraṃ chalaṃ na labhaṃte sma, shaṇmâsî gatâ, athai 'kadâ rajanyâṃ kvâ 'pi nâṭake jâyamâne bhavitavyatâvaçâc ciraṃ tasthau Campakaḥ, bhṛityasubhaṭâ api vidhiniyogena nija2gṛiheshu gatâḥ, niçithe Campaka ekâky eva svagṛiham âgataḥ, pratolîmadhye[117] çâlâyâṃ pracurâḥ prâghûrṇakayogyâ[118] çayyâ âstṛitâ dṛishṭvâ »'trai 'va svapimi, madhyarâtrau kasmât kalaṃ[119] kṛitvâ dvârodghâṭanaṃ kâryate« iti dhyâtvâ tatrai 'va e fol. 5ᵃ katra çayyâyâṃ suptaḥ[120] khanidrayâ; itaç ca te bhâṃḍâgârarakshâ narâs taṃ tatra suptaṃ jnâtvâ khaḍgân udyamya tadvinâçanâya samâyâtâḥ, atha ca ciṃtayâmâsuḥ: »aho svâmina âdeçasyâ 'tikrâṃtabahudivasatvât saṃprati cetasaḥ parâvarta iva çaṃkyate punas taduccârasyâ 'karaṇât, tataḥ punar api pṛichyate çreshṭhî: atrai 'vâ ''sanne 'dya supto 'sti; mâ 'vicâritakâritâdosho 'smâkaṃ bhûyâd« iti, atha sarve 'pi çreshṭhipârçve pṛichârthaṃ gatâḥ, çreshṭhî provâca: »aho çataça âdishṭaḥ[121]: vinâçya iti, kiṃ vilaṃbyate, tvaryatâṃ2« iti, tadvacaḥ pratipadya yâvat tatrâ ''yâṃti tâvatâ matkuṇair janmâṃtarasvajanair iva vinidritaḥ samutthâya kasyâ 'pi mitrasya gṛihe gatvâ caṃdraçâlâyâṃ sushvâpa, tam adṛishṭvâ ca te bhṛiçam âkulâ itas tato gaveshayaṃtaḥ sarve 'pi pratolyâd bahiḥçâlâsu vilokanârthaṃ gatâ(ḥ); itaç ca çreshṭhî tanmaraṇopâyam[122] âdiçya svayam evo 'tthâya »mâ vilaṃbaṃ kârshur ete« iti tatrâ ''yâtaḥ, çayyâ eva kevalâkyâ[123] ''ha: »kiṃ vairî gataḥ? kiṃ vairiṇaṃ vinâçya bahiḥkshepârthaṃ gatâḥ«, iti ciṃtâkula ekasyâṃ çayyâyâṃ supto mukham âchâdya; itaç ca taṃ bahir adṛishṭvâ te tatrâ ''yâtâ(ḥ) çreshṭhinam eva paṭisamâchâditâṃgaṃ jâmâtṛibhrâṃtyâ samam eva çastrair hatavaṃtaḥ, vinâçya pratolyâ bahiḥ kûpe tadvapuḥ çastrakshuṇṇaṃ rudhirâktaṃ nicikshipuḥ, tato gṛihîtaçeshadravyaprâptyâçayâ hṛishṭâ kṛityam[124] ivâ ''tmânaṃ manya- ... va2sthânaṃ gatâḥ; prâtar jalopari taraṇ[125] raktadvaṭaghapur[126] sarve 'pi ruruduḥ, tatas te ghâtakâ narâḥ svakîyaṃ câṃḍâla-kânâṃ puraḥ procuḥ; tataḥ prabhû[127]çokârtaḥ çreshṭhibhrâtâ

…çrutatanmara°? Hiatus! [114] asau? [115] evai 'ti? [116] °tyaṃ. [117] madhye. [118] gyâḥ. …am? [120] …m Mspt. doppelt, und zwar mit Kolon (|) nach dem zweiten Male; man suptah sukhanidrayâ denken. [121] âdishṭaṃ, oder °shṭâḥ? [122] tanmâra°? [124] hṛishṭâḥ kṛitakṛityam. [125] tarat? [126] raktavad tadvapur? [127] prabhûta.

atrâ 'ṃtare Vâdhûçreshṭhî svakâryaṃ siddham iva manyamâno hṛishṭamanâḥ svapurâd varddhâpan*i*kanarâgamanaṃ samîhate yâvat

tâvat kenâ 'pi Caṃpâtas tatrâ ''gatena sarvaṃ yathâvṛittaṃ proktaṃ, tataç ca samutpannaçiraḥçûla iva kvâ 'pi kshaṇam api ratim alabhamânaḥ svapuram âyâtaḥ, bhojanârtham âkâritapara[97]sahasramaha*a*bhya[98]sarvapaurajanasaṃkulaṃ svagṛihaṃ vîkshya dviguṇasaṃjâtahṛidayadâhaḥ »çîghram eva bhavadâdishṭaṃ kṛitaṃ maye« 'ti niveday*i*tâ[99] bhrâtrâ praṇataḥ, tata âkâragopanavidhâya[100] Vâdhûḥ svacitte bhṛiçaṃ dû*to*[101] 'pi taṃ bhrâtaraṃ praçaçaṃsa. nivritte vaivâhikamahe Vâdhûr anyadâ bhrâtaraṃ prâha: »he avicâ fol. 4ᵇ ritakâraka! kim idaṃ kṛitaṃ tvayâ?«; sa prâhâ: »'haṃ na jâne, ayaṃ yushmallekhaḥ samâyâtaḥ«, so 'pi taṃ lekham dṛishṭvâ svaṃ[102]janmâṃtarapâtakapâtram âtmânam eva niniṃda;

çrutaCaṃpakavivâhamahaḥ sarvo 'pi mitravargas tato grâmâḏ janyayâ sârdhaṃ Viçâlâṃ gâtâ[103] vṛiddhâṃ Caṃpakavivâhakathanena knopayâmâsa[104]. atha ca ciraparicita iva kṛitopakâra iva sphuratsaubhâgyâtisa*kra*le[105] 'pi pure Campakaḥ sarvajanânâm ânaṃdakârako jajne.

anedyur[106] niçi niçîthe Tilottamâ tṛitîyabhûmer uttaraṃtî ekâṃte apavarakamadhye dvitîyabhûm*ai*[107] çanaiḥ kriyamâṇaṃ maṃtram açraushît, »aho pitur âlâpa« iti karṇaṃ dattavatî, »he priye! lekhânyathâtvabhavane vidhir evo 'pâlabdhaḥ, ayaṃ jâmâtâ vaṃçâçuddhatayâ mama vairisadṛiça eva, kâlakrameṇa mama gṛihasvâmî bhavitâ, tathâ ca na bhavyaṃ, tat tvayâ 'sya bhojane pâne vâ vishaṃ deyaṃ, putrîmoh*o*[108] citte nâ ''neyaḥ, putryo bahvyo bhavishyaṃti, na hi putrikâbhiḥ kasyâ 'pi kulaṃ jâtaṃ« iti Vâdhûvacaḥ Kautukadevî »tathe« 'ty aṃgîkṛitavatî, Tilottamâ 'pi çrutvâ vajrâhate 'va pârçvâd valitâ, punas tṛitîyabhûmau gatâ dadhyau ca: »yady ena[109] maṃtraṃ bhartur jnâpayâmi tadâ tena pitâ mâryate, anyathâ bhartur maraṇam iti, ito vyâghra ito dutaṭî[110] nyâyam âpatita(°tâ) kiṃ karomi«; atho 'tpannapratibhâ Caṃpakaṃ prâha: »svâmin! nimittajnânabalena mayâ jnâtaṃ. tava mâsadvayaṃ mahaty âpad asti, tatas tvayâ mâsatrayâvadhi atra[111] gṛihe na bhoktavyaṃ, atratyajanârpita(m) tâṃbûlam api nâ ''svâdanîyaṃ, mitragṛihe bhoktavyam«, ityâdi bhâryoktaṃ sarvam api pratipede Caṃpakas tathai 'va cakâra ca, sa kâl*e*[112] eva svagṛiham âgatya tṛitîyabhûmau çete, dinodayânaṃtaram eva yâti, puramadhye bahujanaparijanaparivṛito bhramati, nai 'kâkî, na ca kasyâ 'pi viçvâsam ânayati; »anenâ 'nyat kathitaṃ mamâ 'nyac ca kâritaṃ bhrâtrâ, tad atra ko 'pi hetur asti« tataḥ sâçaṃka iva tasthau sadâ.

---

[97] paraḥ. [98] mahebhya. [99] °dayatâ. [100] wohl: gopanaṃ vidhâya? [101] °dûno. [102] sva°! [103] gatvâ. [104] kno ist anscheinend in kvâ geändert; »durchnässte« könnte nur den Sinn haben: machte vor Freude weinen. [105] saṃkule? [106] anye°. [107] °mau; vorher zweimal Hiatus. [108] mohaç! [109] etaṃ. [110] dustaṭî? diese vier Wörter bilden mit nyâya gleichsam ein Compositum; man sollte du(s)taṭî 'ti erwarten. [111] Hiatus. [112] zur rechten Zeit, zeitig? oder (s. 339) vikâla, am Abend?

anyadâ Vâdhûçreshṭhî açrutasmaraṇavârttaḥ[113] svabhâryâṃ prâha: »priye! kim idaṃ patyâdeçe çîtalatvaṃ bhavatyâḥ?«, sâ jagau: »svâmin! kiṃ karomi? ahaṃsau[114] militavikâladarçî 'va, bahir eva ti[115] bahir eva bhuṃkte, atratya[116] pânîyam api na pibati, kṛitavaira(ḥ) kshatriya iva susaṃnaddhabhaṭaparivṛita evâ 'trâ ''yâti, tṛitîyabhûmau tishṭhati«; çreshṭhî ciṃtayâmâsa: »anyopâyasya dhyeyaṃ«, tataḥ: »pratyekaṃ bhavatâṃ suvarṇaçataṃ2 pratyekaṃ dâsye, mamâ 'yaṃ jâmâtâ chalena balenâ 'pi vinâçya eva bhavadbhir« iti bhâṃḍâgârarakshakân subhaṭân âdideça, tair api lobhât pratipannam etat, nityaṃ chalam anveshayaṃti sma, paraṃ chalaṃ na labhaṃte sma, shaṇmâsî gatâ, athai 'kadâ rajanyâṃ kvâ 'pi nâṭake jâyamâne bhavitavyatâvaçâc ciraṃ tasthau Campakaḥ, bhṛityasubhaṭâ api vidhiniyogena nija2gṛiheshu gatâḥ, niçîthe Campaka ekâky eva svagṛiham âgataḥ, pratolîmadhyo[117] çâlâyâṃ pracurâḥ prâghûrṇakayogyâ[118] çayyâ âstṛitâ dṛishṭvâ »'trai 'va svapimi, madhyarâtrau kasmât kalaṃ[119] kṛitvâ dvârodghâṭanaṃ kâryate« iti dhyâtvâ tatrai 'va e fol. 5ᵃ katra çayyâyâṃ suptaḥ[120] khanidrayâ; itaç ca te bhâṃḍâgârarakshâ narâs taṃ tatra suptaṃ jnâtvâ khaḍgân udyamya tadvinâçanâya samâyâtâḥ, atha ca ciṃtayâmâsuḥ: »aho svâmina âdeçasyâ 'tikrâṃtabahudivasatvât saṃprati cetasaḥ parâvarta iva çaṃkyate punas taduccârasyâ 'karaṇât, tataḥ punar api pṛichyate çreshṭhî: atrai 'vâ ''sanne 'dya supto 'sti; mâ 'vicâritakâritâdosho 'smâkaṃ bhûyâd« iti, atha sarve 'pi çreshṭhipârçve pṛichârthaṃ gatâḥ, çreshṭhî provâca: »aho çataça âdishṭaḥ[121]: vinâçya iti, kiṃ vilaṃbyate, tvaryatâṃ2« iti, tadvacaḥ pratipadya yâvat tatrâ ''yâṃti tâvatâ matkuṇair janmâṃtarasvajanair iva vinidritaḥ samutthâya kasyâ 'pi mitrasya gṛihe gatvâ caṃdraçâlâyâṃ sushvâpa, tam adṛishṭvâ ca te bhṛiçam âkulâ itas tato gaveshayaṃtaḥ sarve 'pi pratolyâd bahiḥçâlâsu vilokanârthaṃ gatâ(ḥ); itaç ca çreshṭhî tanmaraṇopâyam[122] âdiçya svayam evo 'tthâya »mâ vilaṃbaṃ kârshur ete« iti tatrâ ''yâtaḥ, çayyâ eva kevalâkyâ[123] ''ha: »kiṃ vairî gataḥ? kiṃ vairiṇaṃ vinâçya bahiḥkshepârthaṃ gatâḥ«, iti ciṃtâkula ekasyâṃ çayyâyâṃ supto mukham âchâdya; itaç ca taṃ bahir adṛishṭvâ te tatrâ ''yâtâ(ḥ) çreshṭhinam eva paṭisamâchâditâṃgaṃ jâmâtṛibhrâṃtyâ samam eva çastrair hatavaṃtaḥ, vinâçya pratolyâ bahiḥ kûpe tadvapuḥ çastrakshuṇṇaṃ rudhirâktaṃ nicikshipuḥ, tato gṛihîtaçeshadravyaprâptyâçayâ hṛishṭâ kṛityam[124] ivâ ''tmânaṃ manyamânâḥ sva2sthânaṃ gatâḥ; prâtar jalopari taraṇ[125] raktadvaṭaghapur[126] dṛishṭvâ sarve 'pi ruruduḥ, tatas te ghâtakâ narâḥ svakîyaṃ câṃḍâlakarma lokânâṃ puraḥ procuḥ; tataḥ prabhû[127]çokârtaḥ çreshṭhibhrâtâ

---

[113] açrutatanmara°? Hiatus! [114] asau? [115] evai 'ti? [116] °tyaṃ. [117] madhye. [118] gyâḥ. [119] kalaham? [120] im Mspt. doppelt, und zwar mit Kolon (|) nach dem zweiten Male; man könnte sonst etwa an: suptah sukhanidrayâ denken. [121] âdishṭaṃ, oder °shṭâḥ? [122] tanmâra°? [123] kevalâ avalokyâ? [124] hṛishtâḥ kṛitakṛityam. [125] tarat? [126] raktavad tadvapur? [127] prabhûta.

'pi hṛidayasaṃghaṭṭena mamâra; tatas tayor ûrdhvadehikakriyânaṃtaraṃ vigataçokâḥ svajanâç Caṃpakam eva tâproktaṃ[128] 96 koṭisvâminaṃ kṛitavaṃtaḥ, so 'pi Viçâlâtas tâṃ vṛiddhâṃ 14 svarṇakoṭîç câ ''nâyya Caṃpâyâṃ sukhâny anubhavati sma; jâtaḥ prauḍhavyavahârî, tasya ca pûrvapuṇyânubhâvena 96 koṭayo nidhau, 96 svarṇakoṭyo vyavasâye, 96 koṭyaḥ kalâṃtare, sahasraṃ yânapâtrâṇi, sahasraṃ çakaṭâni, sahasraṃ gṛihâs, teshu sapta bhûmikâḥ, sahasraṃ haṭṭâḥ, sahasraṃ bhâṃḍaçâlâḥ, 500 gajâḥ, 5000 jâtyâçva[129], 500 subhaṭâ nityapârçvavartinaḥ, 5000 apare subhaṭâḥ, sahasraṃ karabhâḥ, kshala[130] balîvardâḥ — — (Platz für 2 aksh.) apare daçasahasrâḥ, çataṃ gokulâni pratyekaṃ daçagosahasramânâni, daçasahasrâḥ sevakâ vyavahâriṇaḥ, prahaṃ[131] lakshasvarṇa[132]vyayena tasyâ 'ṃgabhogo bhavati sma, sadâ daça lakshâ dînânâthâdikaruṇâdâne; sa jâto Jainamunisaṃsargât paramârhataḥ, kâritâs tena sahasraṃ prâsâdâḥ, nirmâpitâs tena pâshâṇa-svarṇa-rûpya-rîrî-sphuṭika[133]-pravâlâdimayyo lakshaço Jinapratimâḥ; evaṃ devânâm api durlabhân[134] bhuṃjânasya çrâvakadharmaṃ câ ''râdhaṭâtaḥ[135] prayâto bhûyân kâlaḥ.

anyadâ tatrâ ''yâtaḥ kevalî guruḥ, çrutâ tasya dharmadeçanâ, tata utpannasaṃçayaḥ papracha Caṃpaka-vyavahârî: »bhagavan! kiṃ mayâ pûrvabhave kṛitaṃ sukṛitaṃ yena saṃpada îdṛiçî mama jâtâḥ? kiṃ ca pâpaṃ kṛitaṃ Vâdhûmahebhyena yat 96 va[136] svarṇakoṭayo nirgamitâḥ prabhûtasthânopakaraṇe 'pi? kena ca karmaṇâ mamâ 'jnâtakulatâ? vṛiddhâyâm api katham iyân snehaḥ? kiṃ ca vairakâ fol. 5b raṇaṃ çreshṭhino mayi niraparâdhe 'pi?«; guruḥ provâca: »Sumalakâyâṃ puryâṃ samâsanne tapovane dvau tâpasau kaṃdamûlaphalâçanau Bhavadatta-Bhavabhûtinâmânau dustapaṃ tapaḥ paṃcâgnisnânadhûmapânâdi taṃtanyamânau abhûtâṃ[137], âdyaḥ kuṭilamanâḥ, dvitîyaḥ saralaḥ; dvâv api mṛitvâ yakshau jâtau; Bhavadattaç cyutvâ Anyâyapurapattane[137] Vaṃcanâmatir jâtaḥ, Bhavabhûtis tu Pâḍalîpure Mahâseno nâma kshatriyaḥ prabhûtadhanaḥ prakṛityai 'va saralaḥ sadâ 'vadânyaḥ; sa câ 'nyadâ sâradravyam âdâya tîrthayâtrâyai pratasthe, krameṇa prâpto 'nyâyapurapattanaṃ, tatra Vaṃcanâmatiçreshṭhino gṛihe ratnapaṃcakayutaṃ svavastragraṃthiṃ mumoca, gato 'gratas tîrthe kvâ 'pi; çreshṭhinâ vilokito graṃthiḥ, dṛishṭâni tatra laksha2mûlyâni paṃca ratnâni, gato lobhaṃ, ekaṃ ratnaṃ kasyâ 'pi vyavahâriṇo gṛihe grahaṇake muktvâ laksha[138]dravyeṇa prauḍham âvâsam akârayat, çeshaṃ ratnacatushṭayaṃ guptam evâ 'sthâpayat; âgatas tîrthayâtrâṃ kṛitvâ Mahâsenaḥ prâptaḥ çreshṭhigṛihe çreshṭhinaṃ svaṃ nyâsîkṛitaṃ graṃthi[139] yâcitavân, çreshṭhî prâha: »kas

---

[128] devatâproktam. [129] °çvâḥ. [130] lakshaṃ? [131] ?pratyahaṃ. [132] svarṇalaksha? [133] spha°. [134] bhogân fehlt. [135] câ ''râdhayataḥ? [136] del! [137] Hiatus. [138] labdha? [139] graṃthiṃ.

tvaṃ? kadâ 'trâ ''yâtaḥ, nâ 'bhijânâmi tvâṃ, bhavân anyabhrâṃtyâ 'trâ ''yâtaḥ, na hi vayaṃ kasyâ 'pi kim api sthâpayâmaḥ.«

apalapati[140] guhyadattaṃ pratyayadatte ca saṃçayaṃ kurute |
krayavikraye ca lumpati tathâ 'pi loke vaṇik sâdhuḥ || 1(11) ||
mânena[141] kiṃcit kalayâ ca kiṃcit || 2(12) ||

tato vilaksho gato Mahâsenakumâraḥ, atha prâpto râjadvâraṃ kaṃ ca naraṃ papracha: »bhadra! ko râjâ?«, sa prâha: »Anyâyapuram etat, atra Nirvicâro râjâ, Anâcâraḥ çrikaraṇâdhyakshaḥ, Sarvaluṃtâkas talârakshaḥ, Sarvagilo maṃtrî, Ajnânarâçis tapasvî(°svi)-pradhânaṃ, Jaṃtuketur vaidyaḥ, Kuṭambakolâhalo rasaḥ[142], Çilâpâtaḥ[143] purohitaḥ, Vaṃcanâmatiḥ çreshṭhî, Kapaṭakoçâ gaṇikâ«, iti çrutvâ kumâro dadhyau: »aho gatâny eva mama ratnâni«; atrâ 'ṃtare kâ 'pi kâtyâyanî strî muktakeçâ rudatî tatrâ ''gât, prâptâ râjasabhâyâṃ, Mahâseno 'pi tatrâ ''gât; »kiṃ tvaṃ rodishî« 'ti râjnâ prishṭe sâ prâha: »râjann! ahaṃ caurajananî tava nagare vasâmi, na kenâ 'pi kalahâye, nâ 'pi kasyâ 'pi grihaṃ yâmi«, râjâ svagataṃ: »aho suçîlatvaṃ«, punaḥ prakâçyam[144] âha: »tatas?[145]«, tataḥ strî provâca: »râjann! adya Devadattamahebhyasya khâtraṃ dâtuṃ gatau mama putrâḥ[146], tato jarjaratvâd upari tasya papâta bhittiḥ, tatra ca mamâra matputraḥ, ato mama svâmy eva çaraṇaṃ; râjann! ahaṃ vriddhâ jâtâ tadekaputrâ, atha saṃprati nirâdhârâ jâtâ, vastrâdiciṃtâṃ kaḥ karishyati«, iti vadaṃtî bâḍhaṃ ruroda; râjâ prâha: »amba! tava ciṃtâṃ sarvâm apy ahaṃ karishyâmi, niçciṃtâ bhave« 'ti sanmânya tâṃ visasarja; râjnâ Devadattamahebhya âkâritaḥ prishṭaç ca: »re kiṃ tvayâ âvâsabhittir[137] jarjarâ kâritâ«, sa jagau: »râjan! karmasthâya[147]karmakara-yathesthitârtha[148]vyayasaṃpûrṇatâyâṃ sûtradhâra eva jânâti, kim atra dûshaṇam mame« 'ti; tata âhûtaḥ sûtradhâraḥ: »svâmin! sûtrayuktyâ bhitticayanaikâgrye 'pi Devadattaputrîṃ kritaçriṃgârâṃ sâkshâtpâtraṃ navayauvanâm[149] adrâkshaṃ, tena tadgatadrishṭir ishṭakâbaṃdhaçaithilyam akârshaṃ, tato na me dosha« iti; athâ ''kâritâ râjnâ sâ 'pi prâha: »râjan! svagrihaṃ prayâṃtî nagnaparivrâjakadarçanena salajjatvâd unmârgeṇâ 'viçaṃ, ato mayâ kiṃ vinâçitam?«; âkâritaḥ parivrâṭ provâca: »bhûpate! bhavajjâmâtrâ turaṃgamaṃ gativi fol. 6ᵃ çeshaṃ çikshayitrâ[150] skhalito 'haṃ asyâ drikpathaṃ âyâtaḥ«; âhûto jâmâtâ 'vâdît: »svâmin! nâ 'sti mamâ 'tra doshaḥ, atra vidhir evâ 'parudhyati[151], yenai 'vaṃvidhâ mama buddhir utpâditâ«; tataḥ kshmâpatiḥ prâha: »bho bho maṃtriṇaḥ! çîghraṃ vidhir âhûyatâṃ yenai 'vam aparâddhaṃ, ahaṃ kasyâ 'py anyâyaṃ na kshame«; te

[140] nicht bei Böhtlingk. [141] wie eben; von diesem Verse liegt eben nur das pratîkam vor. [142] rasajnaḥ. [143] Çîla°? [144] prakâçaṃ? [145] tataḥ kiṃ? [146] gato mama putraḥ. [147] sthâpaka? [148] yathepsitâ°. [149] °vanânâṃ? oder es fehlt ein zu pâtraṃ gehöriger Genetiv. [150] çikshayatâ? [151] °râdhyati.

'pi dhûrtâḥ prâhuḥ: »svâmin! sâparâdho vidhis tadai 'va palâyishṭa[152] kvâ 'pi tava bhayât, sarvatra janân praheshyâmo vayam̃, çîghram̃ baddhvâ samâneshyate, tava pratâpasya balîyastvât, tataç ca paççâ(j) jnâsyate lagnam̃ kim̃ chuṭishpatir[153]« iti vadan[154] sarvân visṛijya bhojanâya svâvâsam̃ jagâma râjâ. atha dadhyau Mahâsenaḥ: »aho 'parîkshito râjadharmo, gatâny eva mama ratnâni, kim atra pûtkṛitena, bahukaraṇe prâṇino 'pi sam̃dehaḥ«; atha ca kadâçaya-Kapaṭakoçâgaṇikâyâ gṛihe gataḥ, proktaḥ sarvo 'pi ratnavṛittâm̃taḥ, sam̃jâtakṛipayâ tayâ nyagâdi: »bhadrâ! 'samâdhânam̃ mâ kârshîḥ, pratyâneshyam̃te tava ratnâni«; tatas tayâ svagṛihasârâṇi sahasraço ratnâni peṭâyâm̃ kshiptvâ paṭṭa-kûla[155]-karpûra-mṛigamada-muktâ-pravâlâdigram̃thî(m̃)ç ca gṛihîtvâ karabhîm ârûḍhâ peṭâdivâhim̃[156]tricaturastrîparivṛitâ tasya çreshṭhino gṛihe gatâ, prâha: »çreshṭhin! Vasam̃tapure mama bhaginî bhṛiçam̃ rug-ârtâ kam̃ṭhagataprâṇâ 'sti, aham̃ tasyâ milanârtham̃ yâm̃ty asmi, tâvatâ ratnâny etâni karpâsâdy etac ca vastujâtam̃ bam̃dho[157] tava tishṭham̃tu, svasur maraṇe 'ham agnim̃ pravekshyâmi, tvayâ cai 'tat sarvam̃ dharme vyayitavyam̃«; lobhâbhibhûtena tena pratipede çreshṭhinâ; atrâ 'm̃tare kṛitasam̃keto Mahâsenaḥ svaratnâni yayâce, çreshṭhy api gaṇikâbahudravyalobhitayâ svâ[158]çuddhatvajnâpanâyâ 'vâdît: »gṛihâṇa«, ratnâni catvâry ânîyâ 'rpitâni; sa pam̃camam̃ yâcate sma, çreshṭhî svaputram̃ jagau: »putra! Dhanâvahagṛihe 'sya pam̃camam̃ ratnam̃ mayâ muktam asti, svagṛiham̃ grahaṇake muktvâ tad ânaya«, tenâ 'pi tathâ kṛitvâ tad ânîtam̃, arpitam̃ Mahâsenâya. itaç ca maha[159]sam̃ketito jana ekaḥ çvâsâkulo gaṇikâm̃ vardhâpayâmâsa: »mâtar! jîvitâ tava svasâ, jâtâ nirâmayavapus, tvayâ nâ ''gam̃tavyam iti kathanâyâ 'ham̃ prahito 'smi«, tato gṛihîta-svagṛihaprahita-sarvaratnapeṭâdidravya[160] pramodena nṛityati sma gaṇikâ: »aho mama svasâ jîvite« 'ti, Mahâseno »ratnâni labdhânî« 'ti nṛityati sma, tataḥ çreshṭhy api nṛityam̃ kartum̃ lagnaḥ; kenâ 'pi pṛishṭam̃: »gaṇikâ svasur jîvanât Mahâseno ratnalâbhât nṛityati, he çreshṭhin bhavân kasmân nṛityati?«, çreshṭhî prâha: »aho mayâ jagad vam̃citam̃, param̃ kenâ 'py aham̃ na vam̃citaḥ, sâm̃pratam̃ câ 'nayâ vam̃cita iti nṛityâmi«. tato »ratnâni gatâni, gṛiham api nirgamitam̃, gaṇikâratnâny api tayâ paççâd gṛihîtâni, aho ayam api vipratârita« iti sarvair janair hasyamânaḥ çreshṭhî mahâduḥkhî jâto, vairâgyât tâpasavratam̃ prapede. tato Mahâsenaḥ svapuram̃ prati prasthitaḥ, kiyatâ kâlena prâptaḥ svanagaram̃, jâtaḥ sukhî pam̃caratnaprasâdena.

anyadâ tatra deçe jâtam̃ dvâdaçavârshikam̃ durbhiksham̃, kshudhayâ mriyam̃te sma bahavo lokâḥ, prayâtâḥ ke 'pi deçâm̃taram̃, kaṇamâṇena[161]

---

[152] 'vâ 'palâyishṭa. [153] kann allenfalls auch buṭi° gelesen werden; ich conjicire: jyotishpatir. [154] vadataḥ?. [155] dukûla? [156] °vâhî. [157] bam̃dhe. [158] sva! [159] saha. [160] dravyâ. [161] mâṇena.

kenâ 'pi vikrîyaṃte pitrâ sutâḥ, driçyaṃte sthâne patitâni raṃkakalevarâṇi; evaṃvidhe fol. 6^b samaye saṃjâtânukaṃpo Mahâsena(°no) dânaçraddhayâ 'maṃḍayaṭ satrâgârâṇi[162], bhojyaṃte tatra dînâ-'nâtha-raṃkakâdayaḥ, glânânâṃ kâryaṃte cikitsâḥ, caturdiçaṃ vâdyaṃte 'vâritabhojanapaṭahâḥ, pûrvaṃ-mahâdhanâ api kshîṇadhanâḥ prachannamûṭakâ[163]dyarpaṇena sâdhâritâ[164]; tadâ cai 'kâ kâcit strî nirâdhârâ kshudhayâ saṃjâtasarvâṃgaçophâ tasya satrâgâre samâyâtâ, bhuṃkte sma, param abalâgnitayâ na jîryati bhuktaṃ, jâtâ bâḍhaṃ glânâ, saṃjâtakaruṇârasena svagrihe Mahâsenena samânîtâ, nipuṇavaidyapârçvât kâritâ(ḥ) pratikriyâḥ, jâtâ nirâmayaçarîrâ; sthâne Mahâsenabhâryâ Guṇasuṃdarînâmnâ, dattam anupâkaṃpâdânaṃ[165], bhojayati svahastena pariveshitâhâreṇa dînânâthâdîn. Mahâsenajîvo 'nukaṃpâdânaprabhâvâṭ tvaṃ Caṃpakavyavahârî jâtaḥ, Guṇasuṃdarî mritvâ Tilottamâ jâtâ, yâ vriddhâ strî paripâlitâ sâ mritvâ saṃpraty eshâ sthavirâ çaiçavato 'pi snehâṭ sârâkatrî[166] jâtâ; Vaṃcanâmatiçreshṭhî tu tâpasavrataṃ ârâdhya Vâdhûvyavahârî jâtaḥ, tava ratnâpahârât 96koṭidravyaṃ tavâ 'rpayat, yataḥ:

vaha[167] mâraṇa abbhakkhâṇadâṇa° || 1(13) ||

tadâ ca tvayâ Vaṃcanâmateḥ parâbhavaḥ kritaḥ, tenâ 'tra vairaṃ jâtaṃ: Mahâsenabhave tvayâ kulamadaḥ kritas; tena tvaṃ Kâṃpîlyapure Trivikramaçreshṭhino dâsyâḥputro jâtaḥ.«

iti pûrvabhavaṃ çrutvâ Caṃpako bhâryâyuto dîkshâṃ lâtvâ tâm ârâdhya svargaṃ jagâ(ma), Mahâvidehe mokshaṃ yâsyati. ity anukaṃpâdâne Campakaçreshṭhikathânakaṃ çrî Jinakîrtisûribhiḥ kritaṃ ||

---

[162] Hospiz. [163] mûṭakâ. [164] °ritâḥ. [165] anukaṃpâ°. [166] sârakartrî? [167] von diesem anderweit unbekannten Verse liegt hier nur das pratîkam vor.

Bericht
an die Königliche Akademie der Wissenschaften zu Berlin, über die im Auftrag derselben im Winter 1882/83 ausgeführte epigraphische Reise nach Algier und Tunis.

Von Johannes Schmidt
in Halle.

Für den Zweck der Fortführung des achten Bandes der Sammlung der römischen Inschriften, mit der mich die Königliche Akademie betraut hat, trat ich nach erhaltener specieller Einwilligung der epigraphischen Kommission der Akademie Anfang October vorigen Jahres eine Reise nach Algier und Tunis an. Nachdem ich von derselben vor einigen Wochen zurückgekehrt bin, beehre ich mich der genannten hohen Körperschaft über den Verlauf und die Ergebnisse meiner Reise den schuldigen Bericht zu erstatten.

Entsprechend dem Endzweck des ganzen Unternehmens war mir nicht so sehr die Auffindung von neuen als die Revision der bereits bekannten Inschriften als meine Aufgabe bezeichnet worden. Mit Rücksicht auf die in Folge der politischen Ereignisse unter der muhammedanischen Bevölkerung herrschende Aufregung und Unsicherheit rieth man mir hauptsächlich die Centralstellen der dortigen epigraphischen Sammelarbeit, Tunis, Algier, Constantine, Scherschel und Lambaesis in's Auge zu fassen. Als das zu erhoffende, wesentlichste Ergebniss der Reise sah man theils die Orientirung an, die ich als künftiger Bearbeiter der Nachträge zu Corpus VIII dadurch gewinnen würde, theils die persönlichen Verbindungen, die sich daraus für mich ergeben würden. Die Feststellung des Reiseplans in seinen Einzelheiten überliess man meinem eigenen Ermessen.

Was mich veranlassen musste, das soeben dargelegte beschränkte Programm zu überschreiten und meine Reise sowohl in Tunis wie in Algier ziemlich weit in's Innere hinein und auf viele kleinen Orte auszudehnen, war einestheils die Wahrnehmung, dass es um die Stimmung und die Sicherheit unter den Arabern in Wirklichkeit nicht so bedenklich stand, als die nach Europa gelangenden Nachrichten es hatten erscheinen lassen, andererseits der bedeutende und mit den sonstigen mir vorgeschriebenen Normen wohl zu vereinbarende wissenschaftliche Gewinn, den diese Ausdehnung mich hoffen liess zu erreichen.

Ich fuhr zunächst über Marseille direct nach Tunis, wo ich bei dem deutschen Generalconsul Dr. Nachtigal den liebenswürdigsten Empfang und immerfort den sachkundigsten Rath und die aufopferndste Unterstützung in allen meinen Angelegenheiten fand. Zu thun gab es hier für mich nicht so sehr in der Hauptstadt selbst oder in der Goletta und der Marsa, sondern vor allen Dingen in der mit Benutzung der Eisenbahn in etwa dreiviertel Stunden erreichbaren, auf dem Boden des alten Carthago liegenden, französischen Missionsstation St. Louis, deren schon länger existirende epigraphische Sammlung durch die kürzlich geglückte Entdeckung und Ausbeutung mehrerer, nicht weit entfernter, heidnischer und christlicher Friedhöfe, sowie durch den Sammeleifer ihres Vorstehers, des Père Delattre, einen ausserordentlichen Zuwachs erfahren hat.

Am 13. November trat ich, nachdem ich die für eine solche Reise durch uncivilisirte Gegenden erforderliche, specielle Ausrüstung beendigt hatte, in Begleitung eines zugleich als Dolmetscher fungirenden arabischen Dieners und eines mir von der Regierung des Bey zum Schutze beigegebenen »Hamba« meinen ersten grösseren Ausflug in's Innere der Regentschaft an. Den von mir dazu entworfenen Reiseplan hatte ich mit Dr. Nachtigal durchberathen und sodann dem General Forgemol, Chef der französischen Occupationsarmee, sowie dem ersten Minister des Bey zur Billigung unterbreitet. Von beiden war kein Bedenken dagegen erhoben worden.

Ich zog zunächst südwestlich durch das Land zwischen Medjerda und Wed Meliâna nach Medjez el Bàb hinauf. Meine anfängliche Absicht, tiefer in das auch geographisch noch völlig unbekannte Plateau er-Riakh einzudringen, gab ich auf, vor allem, weil nach den eingezogenen Erkundigungen dort nur sehr spärliche Reste römischer Ansiedelungen vorhanden sind, also epigraphische Ausbeute nicht zu erwarten war, dann auch wegen der Schwierigkeiten, die wir dort hinsichtlich der Verpflegung insbesondere unserer Pferde zu gewärtigen hatten. Nachdem ich die vier im District Gubellât gelegenen Henschir durchforscht hatte, besuchte ich das kleine, sich vom Halfaflechten nährende Städtchen Slugìa und das unweit der Mündung des Wed Siliâna in die Medjerda gelegene Testur. Dann ging es weiter südlich über Ain Tunga, wo ich die ersten stattlicheren Ruinen sah, nach Tebursuk, Dugga, Hr. Ain-Edja bis zum Henschir Gern-el-Kebsch. Von hier wollte ich östlich abschwenken, um über Hr. Baghla nach Hr. Dermulìa zu gelangen. Beide sind zuerst durch Tissot bekannt geworden, und er war es auch, der mir mehrere in jener Gegend befindliche, noch nicht genügend abgeschriebene Inschriften indicirt und mich zu einer Excursion dorthin aufgemuntert hatte. Durch ein Missverständniss unseres Führers, das namentlich durch die Verwechs-

lung jenes Tissot'schen Hr. Baghla — über den ich von niemand Auskunft erhielt — mit einem gleichnamigen, ca. 35 Kilometer weiter südlich, jenseits der Siliâna gelegenen verursacht wurde, kamen wir von der von mir beabsichtigten Route ab, so dass ich dieselbe, um nicht Zeit zu verlieren, für den Augenblick fallen liess. Es lag nun weiter in meinem Plan, das geographisch wie antiquarisch noch gänzlich unbekannte Gebiet des mittleren Siliânalaufes zu erforschen. Ich überstieg den Dj. esch Schît, passirte bei dem Marabut und Hr. Sidi Hadj Amur den Wed und gelangte nach dem ziemlich ausgedehnten, am Wed Gafûr, einem Nebenfluss des Wed Siliâna gelegenen und ausserdem mit einer Quelle versehenen Hr. Baghla. Epigraphische Ausbeute gewährte derselbe so wenig wie der mehrere Kilometer südlich davon gelegene Hr. Sidi el Hauam, den ich am folgenden Tag besuchte. Überhaupt lauteten in dieser Hinsicht die eingezogenen Erkundigungen so wenig günstig, dass ich das Siliânagebiet zu verlassen und mich südwestlich nach el Lehs hinüberzuwenden beschloss. Ich besuchte ausser diesem Ort hier noch Hr. Zanfûr und zog durch wilde Gebirgslandschaft nach Hr. Hammâm und Mograwa und sodann nach der Hochebene von Makter, wo imposante Ruinen von Tempeln, Basiliken, Bögen, Grabmälern, Wasserleitungen und zahlreichen Landhäusern noch heute die Pracht und Grösse der einst hier blühenden Stadt verkünden. Äusserst ungünstiges Wetter, gegen das die Häuser des malerisch auf steiler Bergeshöhe gelegenen Kissera mehr Schutz versprachen als das Beduinenzelt in Makter, bewog uns zunächst dorthin die Reise fortzusetzen. Dann kehrte ich nach Makter zurück und wandte mich durch das Gebiet der gastfreien, früher sehr reichen, jetzt in Folge einer hohen, von den Franzosen auferlegten Kriegsbusse etwas verarmten Uled Ayâr nach Hr. Meded und dem am Sra Wartän gelegenen Hr. Dugga. Weiter querten wir den südlichen Theil dieser grossen, heute wie ehemals ziemlich unbewohnten Ebene und ritten nach Sbiba und von da nach dem durch zwei Ehrenbögen, drei nebeneinander liegende, wohlerhaltene, von einer byzantinischen Mauer umschlossene Tempel und viele andere ansehnliche Bauten ausgezeichneten Ruinenfeld von Sbitla. Schon hier hatten wir grosse Mühe Nahrung und Obdach zu finden, denn die Beduinen ziehen sich etwa um Mitte October aus diesen dann völlig verbrannten Ebenen zurück, um erst Mitte Februar, wenn das neue Gras spriesst, wiederzukehren. Gasrîn konnte ich aus eben diesem Grunde nur als Tourist passiren, und den Plan bis Feriana und von da auf der jetzt eröffneten, französischen Etappenstrasse durch auf der Karte noch nicht verzeichnetes Gebiet über Bîr-umm-Ali nach Tebessa zu gehen musste ich ganz fallen lassen. Vielmehr nahm ich meinen Weg dahin

durch die Ebene der Fuschäna. Ich fand in Tebessa bei dem Commandanten, Hrn. Ch. Senart und dem Curé Hrn. Delapard die liebenswürdigste Aufnahme und bereitwilligste Unterstützung bei meinen Arbeiten. Von hier ging die Reise über Heidra, Thala, Medeina nach Kef, von wo aus ich, durch das böse Wetter zum vorläufigen Abbruch meiner Reise bestimmt, am 23. December nach Tunis zurückkehrte.

Nach Neujahr unternahm ich allein eine zweite Reise, auf der ich verschiedene Punkte des Medjerdathales — auch jenen Hr. Dermulia — und zum zweiten Mal Kef besuchte. Von da aus führte mich ein mehrtägiger Ritt nach dem auf der Grenze gelegenen Sidi-Yussef, nach Fedj-Mrau und schliesslich durch einsames, romantisches Hochgebirge nach Ghardimau, der Grenzstation und dem einstweiligen Endpunkt der franco-tunesischen Bahnlinie.

War bis jetzt das Wetter oft schon schlecht genug, aber doch immer noch erträglich gewesen, so begann sich nun der abnorm strenge Winter mit allen seinen Plagen, als da sind Kälte, Sturm, Regen, Schnee, unpassirbare Giessbäche, Steckenbleiben der Eisenbahnzüge im Schnee und dergleichen mehr, fühlbar zu machen. Gute Tage bildeten von da ab eine ziemlich seltene Ausnahme, schlechte die Regel. Das blieb so bis Ende März, wo ich vom Tell wieder zum Küstenland hinunterstieg. — Ich besuchte in Algier, um kurz zu sein, Suk Aghas, Bona, Gelma, Ain Beida, Constantine. Von diesem Centralpunkt aus unternahm ich einen Ausflug in seine westliche Umgegend, dessen Hauptstationen El Goléa, die Grotte des Dj. Schettaba, Rouffach und Mila waren. Ein zweiter, östlicher Ausflug führte mich nach Hammâm Meskutîne und der Grotte des Dj. Tâya und dem Ruinenfeld von Annûna. Dann gings zu Ross durch noch sehr uncivilisirtes Land zu den am Wed Scheniur gelegenen Henschirn Bu Atfân und Mnia und weiter westwärts über Ain-el-Bordj und Sigus zu der nach Batna führenden Eisenbahn. Ziemlich drei Wochen arbeitete ich bei durchweg ungünstigem Wetter in Lambaesis, dem Standquartier der dritten Legion, wo französische Architecten gerade im Begriff waren das Forum und insbesondere die an demselben gelegenen Tempel aufzuräumen und das Prätorium zu restauriren. Natürlich war dabei auch manche neue, mehr oder minder wichtige Inschrift zu Tage gekommen. Leider waren aber auch um jener Restauration des Prätoriums willen die zahlreichen, darin aufbewahrten Inschriften in eine Ecke zusammengehäuft worden, so dass mir nur etwa ein Viertel davon zugänglich war. — Im April dachte man auch die Aufräumung des Forums von Thamugadi in Angriff zu nehmen. Da voraussichtlich bei dieser Gelegenheit viele epigraphische Denkmäler zu Tage kommen mussten, so hielt ich es für

räthlicher den Besuch dieser alten Stadt auf spätere Zeit zu verschieben. Auch das schlimme Wetter unterstützte diesen Entschluss. Dagegen unternahm ich noch einen dreitägigen Ausflug nach der Oase Biskra. Auf der Rückreise nach Constantine berührte ich Ain-Yagût, den Medracen, el Ksar. Sodann fuhr ich nach dem hochgelegenen, rauhen Setif; die geplanten Abstecher nach Beni-Fudda und Djemîla machten Regen und Schneegestöber zu meinem Verdruss unmöglich. Nun sagte ich Constantine Lebewohl und fuhr aus dem Winter in den Sommer, aus den rauhen Bergen des Tell in's paradiesische Litoral hinab, zunächst nach Philippeville. Unterwegs hielt ich mich in Smendu auf und ritt von da aus nach dem Ruinenfeld von El Meraba. Von Philippeville schiffte ich mich am Osterfest nach Alger ein. Das Schiff legte in Bougie an: so konnte ich die dort vorhandenen Inschriften revidiren. — Eine Woche genügte zur Erledigung dessen, was es in Alger für mich zu thun gab. Nun war nur noch Scherschel abzumachen, und nachdem ich noch dem reizenden Tipasa mit seinen zwei merkwürdigen, römischen Friedhöfen, sowie dem Tombeau de la chrétienne, dem Bruder des Medracen, einen Besuch gegönnt, fuhr ich nach Oran, dem Endpunkt meiner Reise auf africanischem Boden. Ich schiffte mich dort nach Marseille ein. Den Heimweg nach Deutschland nahm ich im Interesse meiner Aufgabe über Paris.

Bevor ich jetzt die Ergebnisse meiner Reise kurz aufzähle, muss ich ausdrücklich der Hemmnisse und Widerwärtigkeiten gedenken, mit denen ich zu kämpfen hatte und die wesentlich daran Schuld waren, wenn das Vollbringen dem Wollen oft nicht entsprach. Diese Hemmnisse wurden mir nicht etwa durch Menschen bereitet, auch hingen sie nicht mit meiner Gesundheit zusammen, die sich vielmehr von Anfang bis zu Ende als recht dauerhaft und den Strapatzen gewachsen erwies, vielmehr waren es die Unbilden eines ungewöhnlich harten Winters, wie man ihn seit einem Menschenalter in diesen Gegenden nicht erlebt hatte, die nicht nur die mit einer solchen africanischen Reise unausbleiblich verknüpften kleinen Leiden empfindlich steigerten, sondern mir auch grosse Einbusse an Zeit verursachten und häufig meine Arbeitspläne total zu nichte machten. Wie viel mehr würde ich besonders in den drei ersten Monaten des neuen Jahres haben schaffen können, wenn ich vom Wetter begünstigt worden wäre! Auch gehört das gerade mit zu den grössten Opfern einer solchen Reise, dass man gezwungen wird, ganze Tage in absolutem Nichtsthun hinzubringen, weil die Verhältnisse jede geistige oder sonstige Thätigkeit zur Unmöglichkeit machen.

Immerhin habe ich doch mehrere Tausende von bereits edirten Inschriften einer neuen Revision unterzogen. Die Erfolge derselben standen natürlich im umgekehrten Verhältniss zu der Sorgfalt und Sachkunde, mit der die jedesmaligen Gewährsmänner der bisherigen Publicationen ihre Abschriften verfertigt hatten. G. Wilmanns Abschriften erwiesen sich für die Regel als sehr exact und zuverlässig. Dass auch er zuweilen sich geirrt oder unter dem Druck der Verhältnisse manchmal etwas flüchtig zu Werke gegangen ist, wird jeder Kundige als fast selbstverständlich und als sehr entschuldbar anerkennen. Ich bemerke, dass ich nicht nur den Steinen selber, sondern so oft ich deren habhaft werden konnte, auch Abklatschen und Photographien von Inschriften meine Aufmerksamkeit zuwandte.

Weiter habe ich wohl an 6—700 bisher unbekannte Inschriften abgeschrieben, von denen ich eine beträchtliche Anzahl erst durch kleine Ausgrabungen zu Tage fördern musste. Es befindet sich hierunter kein Fund ersten Ranges, andererseits natürlich viel von dem, was G. B. de Rossi *la canaglia delle iscrizioni* genannt hat. Aber ein guter Theil darf doch auch in irgend welcher Hinsicht das Interesse des Historikers beanspruchen und wird zur Bestätigung oder Erweiterung unserer Erkenntniss der Geschichte und Institutionen speciell der africanischen Provinzen oder des römischen Reichs im allgemeinen beitragen.

Auch mehrere libysche oder berberische und neupunische Inschriften habe ich entdeckt.

Unter den an Zahl geringen Ueberresten antiker Sculpturen habe ich den Sarkophagen besondere Beachtung gewidmet und von allen, die mir aufstiessen, Skizzen oder Beschreibungen genommen oder auch Photographien mir zu verschaffen gesucht.

Mancherlei Mängel und Irrthümer auf den bisherigen Karten, insbesondere von Tunis, weiss ich zu berichtigen. Da ich auf meinen Reisen im Innern der Regentschaft immer mit Uhr und Compass genau meine Route aufgenommen habe, so werden meine Notizen vielleicht dem Kartographen von einigem Nutzen sein, insbesondere zur Ausfüllung einiger bisher noch ganz weissen Flecke dienen können.

Mit allen Localforschern habe ich, soweit es thunlich war, persönliche Beziehungen anzuknüpfen gesucht (in St. Louis, Kef, Schemtû, Tebessa, Bona, Ain Beida, Gelma, Constantine, Lambaesis, Alger, Oran). Alle haben mir ihre Bereitwilligkeit und ihre guten Dienste zugesagt.

Die Reise hat mir eine lebendige Anschauung von der einstigen Blüthe der römischen Cultur in diesen Provinzen, ferner einen Überblick über die der epigraphischen Forschung hier noch zu lösenden Aufgaben sowie im allgemeinen eine Kenntniss von Land und Leuten verschafft, wie ich sie mir aus Büchern und Karten schwerlich je hätte erwerben können.

Das hohe Interesse, das für die Gelehrten und Gebildeten aller Länder die Erhaltung der alten inschriftlichen Denkmäler hat, wird es rechtfertigen, wenn ich über die von mir in Bezug auf diesen Punkt in den africanischen Provinzen gemachten Wahrnehmungen der Königlichen Akademie berichte.

Es findet in dieser Beziehung ein durchgreifender Unterschied statt zwischen den von Europäern bewohnten und den von europäischer Cultur noch wenig berührten Gegenden. Fast ganz Tunis gehörte bislang zu den letzteren, und es stand darum hier betreffs der Erhaltung der alten Ruinen und der in ihnen vorhandenen Inschriften bisher verhältnissmässig günstig. Nicht als ob besondere, positive Maassregeln dafür ergriffen worden wären — höchstens auf zwei Inschriftensammlungen könnte man da verweisen, die eine, wie oben erwähnt, zu St. Louis, die andere zu Kef, die, erst kürzlich von dem französischen Commandanten begründet, hoffentlich einen gedeihlichen Fortgang nehmen wird. Aber da die Araber zum grössten Theil in Zelten wohnen oder auch zu ihren primitiven Bauten mit dem nächstliegenden, dürftigsten Material vorlieb nehmen, von Strassenbauten aber in Tunis bisher so gut wie nicht die Rede war, so erwiesen sich hier die Factoren, von denen die Zerstörung der noch vorhandenen Ruinen und die Verschleppung oder Vernichtung der Inschriftensteine besonders auszugehen pflegt, nicht als wirksam. Dies muss sich jetzt ändern, je mehr in Folge der französischen Annexion die europäische Colonisation mit den grossen Steinhäusern, den Eisenbahn- und Chausséebauten im Lande sich ausbreiten wird. Wie viel römische Ruinen sind schon von der *ligne franco-tunisienne*, ihren Brücken und Stationshäusern verschlungen worden! Ohne rechtzeitige, energische Vorkehrungen wird es um die Erhaltung der alten Denkmäler in Tunis bald ganz so übel stehen, wie in Algier. Die freundliche Aufnahme, die ich überall gefunden, ist für mich nur ein Grund mehr, über meine in dieser Hinsicht erhaltenen Eindrücke nicht den Schleier des Schweigens zu breiten: damit, dass auf diese Vorgänge nachdrücklich hingewiesen wird, geschieht der Sache wie allen Alterthumsfreunden in Frankreich und Algier nur ein Dienst. Längst sind diese Dinge leider kein Geheimniss mehr: in Frankreich selbst haben sich so gewichtige Stimmen wie die von Léon Renier wiederholt erhoben, um den in Algier gegen die alten Denkmäler ungestraft wüthenden »Vandalismus« zu brandmarken, und Männer, wie Hr. Poulle und Hr. Papier, die Vorsitzenden der archaeologischen Gesellschaften zu Constantine und zu Bona, kennen und beklagen mehr als jeder andere diese traurigen Zustände, um deren Abstellung sie sich vergeblich bemüht haben. — Die Maurer und Wegbauunternehmer namentlich sind die

geschworenen Feinde der alten Denkmäler. Zwar hat der Generalgouverneur die Behörden des Landes angewiesen, die Entnahme von Baumaterial aus den alten Ruinen zu verbieten und zu verhindern, aber die betreffende Verordnung ist ein todter Buchstabe geblieben. Niemand, der die Verhältnisse kennt, wird meiner Behauptung widersprechen, dass jedem neuen Strassen- oder Eisenbahnbau in Algier immerfort zahlreiche Inschriftensteine zum Opfer fallen, entweder in Brücken vermauert oder in Substructionen verwandt oder auch in kleine Stücke zerklopft. Ein Beispiel für viele: in Sigus verwies man mich auf meine Frage nach dem Verbleib so vieler, noch von Wilmanns gesehener wichtiger Inschriften auf die inzwischen angelegte Chaussée; eine Brücke derselben westlich vom Dorfe fand ich selber fast ganz aus den Steinen eines Familiengrabes der Sittier hergerichtet. Auch jede neue Coloniegründung, jeder Bau eines militärischen Bordj (ich denke im Augenblick an das von Sidi Yussef) pflegt dem Denkmälerreichthum des Landes erhebliche Einbusse zu verursachen. Man kann sich am besten darüber belehren, wenn man bei den dabei beschäftigt gewesenen Maurern sich nach Inschriften erkundigt. »*J'en ai cassé moi-même pas mal*« hat mir mancher derselben mit dem Ausdruck einer gewissen Genugthuung versichert. Die in den Häusern hier und da vorguckenden Bruchstücke bezeugen die Wahrheit ihrer Versicherungen. Und wenn hier die besonderen Verhältnisse, auch die geringere Bildung der Leute als Entschuldigung gelten können, man glaube doch nicht, dass es in den Städten besser stehe. Die dort existirenden Inschriftensammlungen haben, trotzdem so viel gebaut und dabei gefunden worden ist, seit Wilmanns Reise wenig oder keinen Zuwachs erhalten; nur das Museum von Scherschel nehme ich aus. Das Interesse für sie ist geschwunden, der Eifer, dem sie ihre Entstehung danken, verraucht. Die meisten sind sogar in ihrem Bestande mehr oder minder erheblich zurückgegangen. Im Museum von Tebessa fand ich einen grossen Theil der von Wilmanns verglichenen Inschriften nicht mehr vor: ein Mauerbau und die Ausbesserung der grossen Enceinte soll sie decimirt haben. Das Museum von Bona, für dessen Bereicherung und würdige Einrichtung die dortige Akademie viel Geld gespendet hat, befindet sich im Zustande vollkommener Auflösung und Verrottung. Es heisst naiv sein, wenn Bonaer Zeitungen sich jüngst darüber beklagten, dass die wissenschaftliche Sammlung eines verstorbenen Mitbürgers ihrer Stadt entzogen und nach Amerika gewandert sei. Dem Museum von Bona etwas schenken bedeutet nach den bisherigen Erfahrungen es dem Untergang weihen. Fast am schlimmsten steht es in Constantine, von dessen zum guten Theil wohlhabender und intelligenter Bevölkerung

man doch Besseres erwarten sollte. Zwar die Sammlung der kleinen Anticaglien wird Hr. PROUDHOMME, ihr jetziger Vorsteher, wohl vor Schaden zu wahren wissen, aber von den Inschriften, die sich früher dort befanden, fehlt jetzt gewiss gegen die Hälfte. Wichtige Funde jüngsten Datums, wie die Fragmente der zu der lebensgrossen Dionysosstatue im Museum gehörigen Basis oder die Inschrift des Imperator M. Aurelius Severus Alexander, die Hr. POULLE im Hofe der Mairie vor Vernichtung gesichert zu haben glaubte, sind dort, gleichsam unter den Augen der Behörden, von Maurern zerschlagen und verbraucht worden, so dass Hr. POULLE neuerdings zu dem Auskunftsmittel gegriffen hat, die ihm zugehenden Inschriften in dem Keller seines Hauses zu bergen. Ich habe es selbst mit angesehen, wie Inschriften, die auf den Baustellen des Kudiat-Ati oder des sogenannten Dar-el-Bey auftauchten, acht Tage später schon zertrümmert oder doch vermauert waren. Die grosse Inschrift, die das von der archaeologischen Gesellschaft mit einer Umzäunung umschlossene, wenige Hundert Schritt vom Hauptplatz befindliche Familiengrab des Praecilius zierte (VIII, 7156), ist bei der vom Génie ausgeführten Reparatur der hoch darüber hinlaufenden Strasse sammt jener Umzäunung verschwunden. Während die Bürger der Städte Süd-Frankreichs ihre Monumente aus der römischen Vorzeit mit pietätsvollem Eifer pflegen und conserviren, fehlt es der algerischen Bevölkerung an rechtem Interesse für die Alterthümer ihres Landes. Man kann es begreifen, dass unter solchen Umständen Männer wie Hr. POULLE und Hr. PAPIER nach vergeblichem Kämpfen schliesslich die Arme haben sinken lassen und, der Sisyphusarbeit überdrüssig, es nun gehen lassen, wie es geht.

Soll es anders werden, so wird es nöthig sein, eine wirksamere Überwachung der Alterthümer zu organisiren. Ich verweise in dieser Beziehung auf die bereits bewährte Einrichtung der italienischen *Ispettori degli scavi ed antichità*, die jeder in einem speciellen District die Aufsicht führen und der Regierung über neue Funde und dergl. berichten. — Die mit der Überwachung betrauten Organe müssten aber berechtigt und verpflichtet sein, in zu ihrer Kenntniss gelangenden Fällen von Zerstörung alter Denkmäler einen procès verbal aufzunehmen und die Bestrafung der Schuldigen herbeizuführen. Auf der anderen Seite müsste man sich entschliessen, die Privatleute durch kleine Prämien zur freiwilligen Anzeige und Auslieferung von gemachten Funden anzuspornen. Habe ich recht gehört, so trägt man sich auch bereits in den maassgebenden Kreisen mit solchen oder ähnlichen Ideen: hoffen wir, dass sie bald zur Ausführung gelangen. Es ist doch wichtiger, zunächst die Erhaltung der Denkmäler zu sichern, als die in der Erde noch sicher geborgenen möglichst rasch an's Licht zu ziehen — zu baldigem Untergang.

Endlich habe ich noch mit einigen Worten der mannigfachen Förderung und Unterstützung zu gedenken, die mir von Behörden und Privaten auf meiner Reise zu Theil geworden ist. Und zwar muss ich da zuerst des hochherzigen, thatkräftigen Eifers gedenken, mit welchem Ch. Tissot, der französische Gesandte in London, mein Unternehmen von Anfang an auf alle Weise gefördert, des freundlichen Interesses, das er dem Verlauf und den Ergebnissen desselben fortdauernd geschenkt hat.

In Tunis bin ich vor allem der Regierung des Bey zu Dank verpflichtet für die Stellung eines Spahis, des Trägers einer schriftlichen Empfehlung an die Stammeshäuptlinge. Denn ohne diese Vergünstigung würde die wissenschaftliche Reise eines Rumi in's Innere der Regentschaft grossen Hindernissen, vielleicht auch Gefahren begegnen. Auch die Herren von der französischen Residenz, Baron d'Estournelles, Major Breton, haben sich mehrfach in liebenswürdiger Weise für mich bemüht. Père Delattre hat mir den Zutritt zu der ihm unterstellten Sammlung mit vollster Liberalität gewährt. Endlich bin ich des freundlichen Empfangs von Seiten der französischen Consularagenten in Beja und Kef, der HH. Jeancolas und Roy, dankbar eingedenk.

In Algier hat mir insbesondere die von dem Hrn. Generalgouverneur an sämmtliche Civil- und Militärbehörden zu meinen Gunsten erlassene Verfügung die Wege geebnet und die Hindernisse beseitigt, auf die ich sonst ohne Zweifel zuweilen gestossen sein würde. So hat man mir überall nicht nur volle Freiheit für das Studium der epigraphischen Sammlungen, sondern bei vielen Gelegenheiten auch Rath und Beistand gewährt. Schwierigkeiten oder Verdriesslichkeiten sind mir nur in seltenen Ausnahmefällen bereitet worden. Auch bei den Einzelnen, Bürgern und Officieren in Algier, habe ich fast immer freundliches, manchmal sogar herzliches Entgegenkommen gefunden. Von den Männern, denen ich mich zu besonderem Dank verpflichtet fühle, möchte ich die HH. Poulle, V. Reboud, Goyt in Constantine, Papier zu Bona, Mac Carthy und de la Blanchère zu Alger, Demaeght zu Oran namentlich hervorheben.

Über eine chinesisch verfasste und in unserem jahrhundert ans licht getretene erdbeschreibung unter dem titel: 瀛環志略 Jing huan tschí ljŏ,

d. h. erdkunde in kurzer darstellung.

Von W. Schott.

(Vorgetragen am 10. Mai [s. oben S. 561].)

Dieses für China wertvolle und auch für uns in einiger hinsicht belehrende kleine werk (9 büchlein in 5 heften klein-8) erschien im 28. jahre Táo kuang (1849 u. z.) mit nicht weniger als vier vorreden, die gleich den meisten ihrer art (in China und anderwärts) nicht viel mehr als sehr entbehrliche stilübungen sind. Das chinesische reich ist in seinem ganzen umfang ausgeschlossen.

Das ganze fusst auf volkstümlichen europäischen werken gleichen inhalts, geschichte mit beschreibung verbindend, aber in form und gehalt manches selbständige, auch selbständige irrtümer und missverständnisse darbietend. Den beigegebenen zierlichen kärtchen fehlt das netz der längen- und breitengrade.

Manchem artikel haben die verfasser kurze, das betreffende land rühmende betrachtungen angeschweisst, welche gern mit einer fragenden wendung schliessen. Dergleichen lose zugaben oder beiwägen, eingeleitet durch 按 (etwa nota bene), sind etwas altherkömmliches, wie bei uns die nutzanwendung hinter fabeln.

Geographische namen begleitet, wo es möglich, eine ganze oder halbe übersetzung, und immer werden sie nach verschiedenen, mitunter vielen aussprachsweisen umgeschrieben, je nachdem leute von dieser oder jener nation den betreffenden namen dem verfasser vorgesprochen haben. Ein peinliches streben nach genauer wiedergabe in wortschrift ist dabei unverkennbar und widerspricht dem sonstigen sichgehenlassen der Chinesen wo es barbarische d. h. nichtchinesische wörter wiederzugeben gilt. Die als classisch geltende form steht an

der spitze, den varianten sind aber auch namen beigezählt die wesentlich anders lauten und auf verwechslung beruhen, oder deren abkunft im dunkeln liegt. Einige beispiele: Schweden bietet sich uns als Schui kuŏ (das reich Schui), Schui-ting, Schui-si-ja, Sui-ji-ku, Su-ji-thjen, Fen-ma-ör-žu (offenbar Finmark), Li-tu-a-ni-ja (Littauen!), Lan khi d. h. blaue Flagge. Die Schweiz heisst Schui-szy, Schui-tszy, Su-ji-sa, Sui-scha-lan (Switserland), Schu-se-ling. Preussen führt die namen Pu-lu-szy, Pu-lu-si-ja u. s. w., endlich gar Pi-ja-ör-mi-ja was nichts anderes als genaue nachbildung des scandinavischen Biarmia (russischen Perm) sein kann! Österreich erscheint als Tung kuŏ Ostreich (was übersetzung), Au-szy-ti-li-ja, Eu-si-ti-li-ja, Au-ti-li-ja, A-szy-te-li-ja, A-szy-ti-la, Mo-ör-ta-ui-ja (Moldau!) Schuang jing kuŏ Doppeladler-stat. Am freigebigsten mit namen und varianten bedacht erscheint das kleine Dänemark: da liest man Ta-ni, Tan-ma-ör, Ti-na-ma-ör-ka, Ing-li-ma-ör-ka (Engelmark?), Ljen-ma, Ling-me(?), Lun-jin(?), Ting-mo(?), Süe-tsi und Su-nge-tsi (beides wohl verwechslung mit Schweden), Huang khí d. i. gelbe Flagge.

Einleitung: planiglob, zonen, weltteile, meere. Der äquator heisst die rote kreislinie, die wendekreise sind die gelben, die polarkreise die schwarzen. Beide polarmeere enthalten eis das niemals schmilzt und im nördlichen hausen riesige fische die angeblich ganze schiffe verschlingen können. Wenn der alte denker Tschuang an irgend einer stelle seines werkes Nan hua king sagt: das nördliche dunkelmeer beherberge den fisch 鯤 kuän, so mag dieser wohl gemeint sein.[1]

Unter den zu Europa gehörenden meeren wird das Baltische (Pa-la-ti-haì) auch das gelbe (Huang hài) genannt. Zu Asien gehören zwei binnenmeere oder grosse see'n: 1) das Lì hài, dessen chinesischer name selbst inneres oder binnenmeer bedeutet, von den Abendländern Kaspisches (Ka-szy-pi-an) benannt, aber trotz seiner überlegenen grösse in der einleitung übersehen; 2) das Hjăn hài Salzmeer, auch Szỳ hài Totes meer und A-la-or oder Aral geheissen. Der name Totes meer beruht nicht auf verwechslung mit dem gleichnamigen see in Judäa, der übrigens später (unter 'Türkei', buch 6, bl. 6) auch als ein grosser aufgeführt wird. Die in den grenzen des heutigen chinesischen reiches eingeschlossenen see'n bleiben selbstverständlich ausser betracht.

---

[1] Ein anderer philosoph Ljе, zeitgenosse des Tschuang, schätzt den umfang jenes meerbewohners auf 1000 chines. stadien. Beide autoritäten lebten um 400 vor unserer aera. Das wort 渾 huän, hier mit dunkelmeer oder dunkle wasserwelt zu übersetzen, bezieht sich auf die weiland geglaubte ewige nacht der polarländer.

Es kommt zunächst eine kleine generalkarte des heutigen Chinesischen reiches, dann eine dergleichen von ganz Asien mit folgender zugabe:

'A-si-ja war ehemals der name von Thu-ör-ki Mai-no (Mai-no der Türkei)'. Hier unterbricht den text ein einschiebsel in kleinerer schrift, wie sie bei uns als glossen unter dem texte stehen, und welches so lautet: 'Thu-ör-ki ist name eines abendländischen states der in ein östliches, mittleres und westliches gebiet zerfällt. Das mittlere heisst 買 諾 Mài-no und wird heutzutage kleines (小 sjàu) Asien genannt.'

Dann weiter im texte: 'Die leute von Thai-si (des grossen Westen) geben allem, was östlich von diesem lande liegt, den gesamtnamen A-si-ja'.

In der unmittelbar sich anschliessenden aufzählung aller zu Asien gerechneten länder liest man unter anderem: 'Nordwestlich von Arabien liegt die östliche Türkei, d. h. Ju-thai (Judäa) und weiter westlich die mittlere, d. h. Mai-no oder Kleinasien'.

In der besonderen beschreibung des Türkischen reichs (zu anfang des 6. buches) wird dies im wesentlichen wiederholt und das westliche gebiet Hji-la d. i. Hellas genannt. Der name des mittelgebiets erinnert nur an Maina (Mäna), Mani, die halbinsel der sogenannten Mänoten (Maniaten); wie ist aber dieser name zu den Chinesen gelangt und obendrein in solcher ausdehnung, dass er ganz Kleinasien umfasst?!

Das erste buch enthält ausser der einleitung noch die beschreibungen von Japan und Liu-kiu. Das zweite beschreibt ganz Hinterindien und Australien; das dritte ist den 'fünf Indien', d. h. ganz Indien diesseit des Ganges, Persien, Arabien und Innerasien (sofern es nicht zum Chinesischen reiche gehört) gewidmet, das vierte, fünfte, sechste und siebente den staten Europa's. Das achte umfasst Afrika, das neunte und zehnte Amerika.

Verweilen wir etwas bei unserem weltteil. Die Europäer erklärt der verfasser (mit den meisten Asiaten verglichen) für 長 大 人 grosse und starke menschen, hochnasig und tiefäugig. Die hare sind zumeist rötlich und die augen gelb (grau?); doch giebt es auch schwarzharige und schwarzäugige leute. Nach einigen sollen har und auge der in China sich einhäusenden Europäer allmälig schwarz werden. Die gesichtszüge mancher sind halb chinesisch. Aus den einzelnheiten, die europäische kleidung betreffend, hebe ich hervor, dass unser weibliches geschlecht brust und schultern unverhüllt trage, den rücken aber bis fünf oder sechs zoll unter dem halse. Beide geschlechter sollen die reinlichkeit lieben und täglich wannenbäder nehmen. Im

winter werden die wohnungen geheizt und mehrere kleidungsstücke über einander getragen.

Geistig sind die Europäer reich begabt, in technischen dingen erfinderisch, kühne und geschickte seefahrer. In bearbeitung von metall und holz leisten sie ganz undenkbares.[1]

Seit den zeiten des herrscherhauses Han (206 vor bis 264 nach Chr.) bekannten sich alle bewohner Europa's zu der sogenannten religion 洋 教 jang kjáo, deren oberhaupt in Lo-ma (Rom) sich aufhält und über blüte und verfall der staten die wacht hat. Zu anfang des herrscherhauses Ming (1368 u. s. w.) stiftete ein Żi-ör-man (Germane, Deutscher) namens Lu-te eine besondere, die 西 教 si kjáo, und seitdem halten es die länder teils mit der einen, teils mit der anderen lehre.[2] Fürsten und völker sind in folge dessen zerfallen und ganze staten haben einander bekriegt. Beide religionen besitzen übrigens dieselben heiligen Bücher, nur weichen sie in auslegung derselben von einander ab.

Auf dem kärtchen von Dänemark ist ein plätzewechsel zwischen Schleswig und Lauenburg zu bemerken: das erstere erscheint als kleiner winkel südöstlich von Holstein, das andere als eine ansehnliche provinz zwischen Holstein und Jütland. Dieser fehler wird dann im texte wiederholt. Aus dem texte erfährt der chinesische leser unter anderem auch, dass handelsschiffe anderer nationen, die in's Baltische meer oder hinaus wollen, einen pass Ka-ti-ja (Kattegat) zurücklegen müssen, der nur einige stadien breit ist und wo sie zoll zu entrichten haben, widrigenfalls u. s. w.

Ein nota-bene dahinter lautet:

'Dänemark kann zwar mit keinem anderen state Europas an grösse und macht sich messen, aber das Ka-ti-ja beherrscht 1000 stadien des Baltischen meeres, und wenn die Dänen dieses zu behaupten wissen, so bleiben sie unbesiegt'. Jetzt kommt die fragende wendung: 國之强弱豈盡在乎疆土之廣狹 sollte denn eines states macht nur in der ausdehnung seiner grenzen bestehen?

---

[1] Wörtlich: 金木之工精巧不可思議 der metall- und holzarbeiter geschicklichkeit kann nicht gedacht werden (man kann sich davon keine vorstellung machen).

[2] Jang kjáo heisst wörtlich 'lehre vom weltmeer'. Es ist der westliche (atlantische) Ocean gemeint, aus dessen nachbarschaft die ersten römisch-katholischen glaubensboten nach China kamen. Si-kjáo heisst 'lehre des westens', weil die protestantische derselben himmelsgegend entstammt.

Ein ähnliches 'Merke-Dir's' zu der vorhergehenden beschreibung von Schweden besagt: 'Diese nation wohnt im unwirtlichsten nordland; doch kann sie bei aufwand ihrer kräfte selbständig bleiben. Ihre starken nachbarn haben sie nicht unterwerfen können.' Der mahner schliesst mit einem wahrhaft schönen alten spruche:

安樂者禍之萌。憂患者福之基

d. h. behagliche ruhe ist des verderbens keim, not und sorge sind des glückes grundlage.

Als anhang zu dem artikel 'Preussen' erfährt man, dieses stehe allenthalben im rufe eines 善國 schén kuŏ d. i. vortrefflichen states, obschon dem verfasser wohl bekannt war, dass es aus zwei nicht zusammenhängenden hälften bestand. 'Preussen — sagt er — 'ist minder stark und gross als Österreich, aber hinsichtlich seiner organisation diesem weit überlegen' 遠過於墺 (wörtlich) geht weit hinaus über Au, was die abkürzung von Austria.[1] Die schlussfrage lautet: 豈可以荒裔而忽之哉 darf man sie (also) wie barbaren betrachten und geringschätzen? Es ist als hätte der chinesische verfasser urteilen heutiger Franzosen über Preussen schon vor einem menschenalter damit begegnen wollen!

Besondere vorliebe ist im Jing huan tschi ljŏ der Schweiz zugewendet, obgleich ein chinesischer fuss sie vor 30 jahren kaum betreten haben dürfte. Es entzücken den verfasser die bis zum himmelsfluss (der milchstrasse) emporstrebenden eisgipfel, die bergwasser mit ihrer wundersamen klarheit, u. s. w. Den grossen Konstanzer see (Kuan-szy-tan-sa tá hu) versetzt er, ihn mit dem Genfer see verwechselnd, an die westliche grenze, während an der legitimen stelle ein anonymus auf der karte steht. Er bemerkt, dieser see sei von köstlich duftenden wiesen und dichten quellenreichen wäldern umgeben, worin hirsche heerdenweise herumschweifen. Die bewohner der Schweiz seien von einfachen sitten, mässig, redlich, im kampfe todesmutig, und 無苛政 ohne quälerische regirung, daher nenne man ihr land 西土樂郊 des westens freudenland.

Seit ihrer losreissung von Germanien ob unerträglicher bedrückungen eines königs A-li-pe-ör-to ist das land schon fünf jahrhunderte lang ein stat ohne oberhäupter und 無鳴吠之擾 (wörtlich) ohne störung durch geschrei oder gebell, d. h. in vollkommenster ruhe. Im

[1] Von längeren namen pflegt der Chinese in zusammenhängender rede nur die erste silbe auszudrücken, z. b. Jing für Jing-ki-li England, Fu für Fu-lang-ki (Frank) Frankreich u. s. w.

ganzen abendland werden die Schweizer hochgeachtet. Sie haben räuberische angriffe der 'grossen maus' abgewehrt[1] und die feinde für immer aus ihren grenzen vertrieben. Schluss: 豈不異哉 ist das nicht ausserordentlich?!'

Amerika gestaltet sich, soweit der name die staten der Union umfasst, zu Mi-li-kjän, dem abgekürzten und nach englischer aussprache geschriebenen American (also Amerikanisch).

Am eingang sagt der verfasser, ein gemaltes bild George Washington's habe ihm den mit edelster uneigennützigkeit geparten unvergleichlichen heldensinn dieses mannes so recht zur anschauung gebracht. Solch ein ausruf der begeisterung ist mir anderweit in chinesischen schriftstellern überhaupt nicht vorgekommen und er macht dem verfasser um so grössere ehre je weniger seine landsleute für helden politischer freiheit, die es um der freiheit selbst willen gewesen, sinn zu zeigen pflegen.

Der kürze wegen sei noch ein sprung bis zu den Patagoniern gestattet, denen unser erdbeschreiber, sonst gern wider vorurteile eifernd, die länge von anderthalb gewöhnlichen menschen zugesteht: 如常人一身有半. Auch sollen sie am ganzen körper behart sein und wilde tiere mit blossen händen packen und verzehren.

---

[1] Anspielung auf eine ode des buches Schi-king, deren erste zeilen Hr. v. Strauss so wiedergiebt:

Grosse maus, grosse maus,
Unsre ernten nicht verschmaus!

Ausgegeben am 7. Juni.

1883.
XXVI.

SITZUNGSBERICHTE

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

ZU BERLIN.

31. Mai. Sitzung der physikalisch-mathematischen Classe.

Vorsitzender Secretar: Hr. Auwers.

1. Hr. Siemens las die umstehend folgende Abhandlung über die Zulässigkeit der Annahme eines elektrischen Sonnen-Potentials und dessen Bedeutung zur Erklärung terrestrischer Phänomene.

2. Hr. von Helmholtz übergab die, bereits in der vorigen Classensitzung vorgetragene, gleichfalls unten folgende Abhandlung: Zur Thermodynamik chemischer Vorgänge. Dritter Beitrag.

Über die Zulässigkeit der Annahme eines elektrischen Sonnen-Potentials und dessen Bedeutung zur Erklärung terrestrischer Phänomene.

Von Werner Siemens.

Mein Bruder, Sir William Siemens, hat in seiner Schrift »On the conservation of solar energy« die Hypothese aufgestellt, dass die Sonne ein hohes elektrisches Potential besässe, welches vielleicht die Lichterscheinung des Zodiakallichtes hervorbrächte. Er erklärt die Entstehung und Erhaltung dieses elektrischen Potentials durch Reibung der nach seiner Theorie der Sonne in ihren Polarregionen aus dem Weltraum zuströmenden, durch die von ihr ausgehenden Licht- und Wärmestrahlen dissociirten Materie. Diese würde nach eingetretener Verdichtung wieder verbrennen und dann dem Sonnenäquator zuströmen. Hierbei würde sie durch Reibung mit dem rotirenden Sonnenkörper elektrisirt werden und dann durch die Centrifugalkraft der Sonnenrotation im elektrisirten Zustande von Neuem im Weltraum verbreitet.

Nimmt man diese von anderen Seiten viel bestrittene Theorie meines Bruders als richtig an, so liegt in der That eine ähnliche Erscheinung vor, wie die von mir beschriebene[1] Elektrisirung der Spitze der Cheops-Pyramide durch den emporwirbelnden Wüstenstaub. Man könnte dann annehmen, dass der als leitend und von dem ihn umgebenden Flammenmeer, der Photosphäre, isolirt gedachte Sonnenkörper die eine der durch die Reibung getrennten Elektricitäten festhielte, während die andere im Weltraum durch Convection verbreitet würde. Da man dann auch annehmen muss, dass diese Convection über die Bahnen der Planeten weit hinausgeht, so müsste der Sonnenkörper für diese ein elektrisches Potential haben und vertheilend auf sie wirken.

Ich will auf den Streit über die Zulässigkeit der Theorie meines Bruders nicht näher eingehen, verkenne auch das Gewicht mancher

---

[1] Pogg. Ann. Bd. 109. S. 355. 1860.

der dagegen zur Geltung gebrachten Gründe nicht, bin aber der Ansicht, dass die durch diese Theorie gegebene Möglichkeit der Annahme eines elektrischen Sonnen-Potentials in hohem Maasse für sie spricht, da einige der bedeutendsten terrestrischen Naturerscheinungen durch dasselbe ihre bisher vergeblich gesuchte Erklärung finden würden und da andererseits bei dem jetzigen Stande der naturwissenschaftlichen Kenntniss kaum eine andere Erklärung für das Vorhandensein eines elektrischen Sonnen-Potentials zu finden sein wird. Denn bisher ist uns kein Vorgang bekannt, bei welchem nur eine Elektricität hervorgerufen wird. Wir kennen nur Scheidungen der beiden Elektricitäten, und wenn auch solche Scheidungen bei den gewaltigen mechanischen und chemischen Actionen an der Oberfläche des Sonnenkörpers aller Voraussicht nach in sehr hohem Grade auftreten, so müssen sie sich durch Leitung doch innerhalb desselben wieder ausgleichen, und selbst wenn eine dauernde Trennung beider Elektricitäten im Sonnenkörper fortbestände, würde doch keine Fernwirkung einer derselben eintreten können. So lange also nicht neue, noch gänzlich unbekannte Thatsachen auftreten, bleibt die Annahme eines elektrischen Sonnen-Potentials an die Convectionstheorie meines Bruders gebunden!

Ich mag aber nicht unterlassen, kurz auf den gewichtigsten Einwand gegen diese Theorie, der ihr von den HH. Faye und Hirn entgegengestellt ist, einzugehen. Derselbe besteht darin, dass die Unveränderlichkeit der Umlaufzeit der Planeten um die Sonne die Annahme eines mit Materie erfüllten Raumes principiell nicht zuliesse. Die astronomischen Beobachtungen geböten unbedingt die Annahme einer absoluten Leere des Weltraums, da bei der gewaltigen Geschwindigkeit der Fortbewegung der Planeten auch eine äusserst verdünnte Atmosphäre doch noch eine messbare Verminderung der planetarischen Geschwindigkeit, mithin eine Verkürzung ihrer Umlaufzeit hervorbringen müsste. Dies wäre auch richtig, wenn die Voraussetzung zuträfe, dass die Atmosphäre des Weltraums in relativer Ruhe wäre. Das kann aber nicht der Fall sein, wenn der von meinem Bruder angenommene Kreislauf wirklich stattfindet. Man muss annehmen, dass die Sonnenatmosphäre nahe dieselbe Umlaufzeit hat, wie der Sonnenkörper. Eine etwa durch die gewaltigen auf- und niedergehenden Strömungen in der Sonnenatmosphäre, die durch die Verbrennung der durch Ausdehnung abgekühlten Sonnenbestandtheile und die Abkühlung der verbrannten äussersten Schichten der Photosphäre durch Ausstrahlung entstehen müssen, herbeigeführte Differenz in der Rotationsgeschwindigkeit wird durch Reibung der verschieden schnell rotirenden Theile der Sonnenatmosphäre gegen einander fortwährend wieder ausgeglichen werden. Über die Höhe dieser mit dem

Sonnenkörper gleichmässig rotirenden Atmosphäre ist noch nichts bekannt. Nach RITTER's[1] Berechnungen nimmt zwar die Dichtigkeit der Sonnenatmosphäre nach der sprungförmigen Änderung der adiabatischen Curve in der Region der Photosphäre, in welcher der Wärmezuschuss durch die Verbrennungswärme die der fortschreitenden Verdünnung entsprechende Temperaturabnahme bedeutend verlangsamt, sehr schnell ab — wir kennen aber die Grenze der Verdünnung noch nicht, bis zu welcher das MARIOTTE-GAY-LUSSAC'sche Gesetz in Geltung bleibt. Erreicht die Atmosphäre aber die Grenze, in welcher Anziehungskraft und Centrifugalkraft sich das Gleichgewicht halten, so muss jedes diese überschreitende materielle Molecül von nun ab, wie ein Planet um die Sonne rotiren. Fände ein stetes Nachdringen von neuen diese Grenze erreichenden Massentheilchen statt, so müsste sich hier eine fortschreitende Verdichtung der Materie, mithin ein Ring bilden, der nach den KEPLER'schen Gesetzen seine Rotation um die Sonne vollzöge. Diese Ringbildung kann aber bei der vorausgesetzten Continuität der Sonnenatmosphäre nicht eintreten, da die gegenseitige Reibung der Gasschichten auch über die Gleichgewichtsfläche hinaus fortdauert, mithin auch die, bereits in planetarischer Bewegung befindlichen Gasschichten einer Beschleunigung unterliegen. Die Folge muss sein, dass sich mit der Zunahme der Geschwindigkeit auch der Abstand aller dieser Mikro-Planeten von der Sonne fortwährend vergrössert, dass mithin der von meinem Bruder angenommene stetige Ausfluss von Sonnenatmosphäre in den Weltraum wirklich stattfinden muss. Derselbe kann nur in der Zone des Sonnenäquators stattfinden, da hier die Centrifugalkraft bei gleichem Abstande vom Sonnencentrum am grössten ist. Es muss auch angenommen werden, dass die Dichtigkeit dieser, überall in Übereinstimmung mit den KEPLER'schen Gesetzen rotirenden Atmosphäre in der Ebene des Sonnenäquators bis auf grosse Entfernungen von der Sonne hinaus constant bleibt, da die Schwerkraft der Sonne überall durch die Umlaufgeschwindigkeit äquilibrirt ist. In den senkrecht auf der Sonnenäquator-Ebene stehenden Richtungen muss die Dichtigkeit dagegen abnehmen, da die Sonnenanziehung sich mit der Entfernung von der Sonnenäquator-Ebene vermindert.

Es folgt aus dieser Betrachtung, dass ein mit der Erscheinung des Zodiakallichts zusammenfallender, von der Sonne ausgehender materieller Strom überall die Umlaufzeit von Planeten haben muss, die sich in dem betreffenden Sonnenabstande befinden. Von einem Widerstande, den Planeten durch die mit ihnen nahe gleichmässig

---

[1] Pogg. Ann.

sich um die Sonne bewegenden materiellen Theile des interplanetarischen Raumes erführen, kann also keine Rede sein. Nur ein — hier zu vernachlässigender — Widerstand in Folge der Neigung ihrer Ekliptik zur Ebene des Sonnenäquators muss stattfinden, auf den vielleicht die beobachtete Verminderung dieses Neigungswinkels zurückzuführen sein wird. Auch die Satelliten müssen bei der Rotation um ihre Planeten einen Widerstand durch die Atmosphäre des Weltraums erfahren, wie auch die äusserste Grenzschicht der mit den Planeten rotirenden Atmosphäre derselben einen Reibungswiderstand erleiden muss. Vielleicht hat Herr Hirn hinsichtlich des Mondes recht mit seiner Behauptung, dass bei der grossen Bewegungsgeschwindigkeit der Himmelskörper auch das verdünnteste widerstehende Medium die Atmosphäre derselben fortfegen müsste!

Viele Beobachtungen machen es sehr wahrscheinlich, dass der Weltraum wenigstens innerhalb der Region unseres Sonnensystems mit brennbarem Stoffe erfüllt ist. Es spricht dies indirect auch sehr entschieden für die Annahme meines Bruders, dass die Verbrennungsproducte im Zustande grösster Verdünnung und sehr niedriger Temperatur durch die Sonnenstrahlen wieder dissociirt sind. Der gemachte Einwand, dass die Dissociationsarbeit die Energie der Lichtstrahlen absorbiren würde und der Weltraum dadurch undurchsichtig werden müsse, liesse sich durch die Annahme beseitigen, dass es nur die unsichtbaren, chemisch wirkenden Strahlen sind, welche die Dissociationsarbeit verrichten. Man kann aber auch annehmen, dass die Dissociationsarbeit im Laufe der Zeiten bereits vollführt ist, und dass jetzt nur noch die von der Sonne fortdauernd ausgehende noch chemisch verbundene Masse von ihren Lichtstrahlen zu dissociiren ist — wozu nur ein Theil der Lichtenergie verbraucht würde. Es wäre ohne die Annahme der Dissociation nicht recht erklärlich, warum der Weltraum nicht, wie die Atmosphäre der Erde wesentlich mit Sauerstoff, Stickstoff und Wasserdampf erfüllt wäre. Es lässt sich doch nicht annehmen, dass die Zusammensetzung des Sonnenkörpers eine wesentlich verschiedene von der der Erde ist, wenn beide aus derselben rotirenden kosmischen Nebelmasse hervorgegangen sind, da eine Scheidung der Materie nach dem specifischen Gewichte bei gasförmigem Zustande nicht anzunehmen ist. Es müssen daher, wenigstens in unserm Sonnensystem, die elektronegativen Stoffe überall vorherrschend sein, und es ist anzunehmen, dass auch die erkaltete ausgebrannte Sonne dereinst von einer Sauerstoff im Überschuss enthaltenden Atmosphäre umgeben sein wird. Ist aber der Weltraum mit dissociirten Verbrennungsproducten in grosser Verdünnung erfüllt, so müssen dieselben der Sonnenattraction überall da anheim fallen,

wo sie nicht, wie in der Nähe der Äquatorialebene der Sonne, ihrer Anziehung durch die planetarische Rotation entzogen sind. Es muss daher namentlich in den Polarregionen, wo die Centrifugalkraft ganz fehlt, ein steter Zustrom dissociirter Materie zur Sonne stattfinden, wie mein Bruder es annimmt. Bleibt die Sonnenmasse, wie wohl vorauszusetzen ist, unverändert dieselbe, so heisst das, dass ein Gleichgewichtszustand eingetreten ist, bei welchem ebenso viel verbrannte Materie von der Sonne in ihrer Äquatorialzone ausströmt, wie ihr durch Massenanziehung im dissociirten Zustande in den Polarregionen wieder zugeführt wird. Demnach würde denn auch die Strömung von den Polen zum Äquator, sowie auch die nachgewiesene geringere Winkelgeschwindigkeit der Rotation der gasförmigen Sonnenmasse in ihren höheren Breiten gegeben sein.

Wenn hierdurch aber auch die Möglichkeit der Entstehung eines elektrischen Sonnenpotentials durch Friction und continuirliche Entfernung der mit der einen Elektricität geladenen Körpertheile von der Sonne gegeben ist, so bleibt der Mechanismus dieser Elektrisirung doch noch sehr dunkel. Das Licht der Sonne geht von einem Flammenmeere aus, welches nach Ritter's schönen Rechnungen eine Dicke von ca. 25 ^{km} haben muss. Ob eine Flamme verbrennender Gase von dieser Dicke noch viel Wärme und Lichtstrahlen einer heisseren Emissionsquelle durchlassen, wie viel sie von denselben absorbiren oder wie eine Wolkenschicht zurückwerfen wird, können wir nicht wissen. Ich habe kürzlich[1] den Nachweis geführt, dass Gase, welche bis auf 1500—2000 °C. erhitzt sind, noch vollständig dunkel erscheinen, während sie die langsamer schwingenden Wärmestrahlen schon bei geringer Temperaturerhöhung emittiren. Ob Gase bei noch weit höherer Erhitzung selbstleuchtend werden, ist durch das Experiment bisher nicht festgestellt. Da eine kleine Flamme aber im helleren Lichte schon einen Schatten wirft, so erscheint es unwahrscheinlich, dass viele der von tieferen und heisseren Sonnenschichten ausgehenden Licht- und Wärmestrahlen die mächtige Photosphäre zu durchdringen vermögen. Die beobachtete Sonnentemperatur und das Sonnenlicht sind dann Erscheinungen, die ihren Ursprung wesentlich in der chemischen Thätigkeit haben, die in der Sonnenatmosphäre verläuft. Diese bedingt, dass die im dissociirten Zustande aufsteigende und dabei durch Volumvergrösserung sich abkühlende Sonnenatmosphäre zu verbrennen beginnt, wenn die Dissociationstemperaturgrenze für die betreffende Verbindung überschritten ist, und dass diese Verbrennung so lange fortdauert, bis der Wärmeverlust

[1] Sitzungsber. der Akad. der Wiss. — Wied. Ann. Bd. XVIII S. 311—316. 1883.

durch Ausdehnung gleich der freigewordenen Verbrennungswärme ist. Die scheinbare Sonnentemperatur wird daher annähernd die Dissociationstemperatur sein und zwar die Dissociationstemperatur derjenigen Verbindungen, welche das grösste chemische Wärmeäquivalent haben, mithin des Wassers, dessen Bestandtheile in grösster Höhe verbrennen werden, während die schwereren und zugleich eine höhere Dissociationstemperatur besitzenden Massen schon in niedrigeren Regionen verbrennen. Um diesen Auftrieb der dissociirten Sonnenbestandtheile und ihre damit verbundene Verbrennung im Gange zu erhalten, müssen die endlichen Verbrennungsproducte zum Sonnenkörper zurückkehren. Wie Faye, Ritter und Andere schon dargelegt haben, geschieht dies einmal deswegen, weil die Verbrennungsproducte ein grösseres specifisches Gewicht haben, als die unverbrannten Gase, und zweitens in Folge der Abkühlung der höheren Schichten der Photosphäre durch Wärme- und Lichtstrahlung. Dadurch wird das adiabatische Gleichgewicht der über einander gelagerten Gasschichten gestört und die relativ schwerer gewordenen höheren müssen in niedergehenden Strömen zur Sonnentiefe zurückkehren. Dass diese niedergehenden Ströme nur in mittleren Sonnenbreiten als Sonnenflecken sichtbar werden, hat seinen Grund darin, dass nur hier die Bedingungen für eine rotirende Bewegung des niedergehenden Stromes vorhanden sind, wodurch demselben eine verticale Richtung gegeben wird. Die trichterförmige Verminderung des Durchmessers der Sonnenflecke ist die Folge der grossen Volumverminderung durch den rasch zunehmenden Druck. Der innere Raum der Trichter muss relativ dunkel sein, da hier die leuchtende Flammenbildung fehlt, da die Temperatur um den Betrag der Dissociations-Wärme geringer sein muss, als die umgebende noch unverbrannte Sonnensubstanz, und da vielleicht schon Condensations-Producte auftreten, welche als Schirm die Strahlung der heller leuchtenden tieferen Sonnenschichten zurückhalten. Andererseits ist es nicht unwahrscheinlich, dass die hoch auflodernden Sonnenfackeln aus Blasen von richtig gemischtem Knallgas oder mit Sauerstoff im richtigen Verhältniss gemischtem Kohlengase bestehen, welche in Folge geringeren specifischen Gewichtes und grösserer Wärmeentbindung bei der Verbrennung unter Durchbrechung der Penumbra und der Photosphäre hoch emporgetrieben werden und bei der Abwesenheit leuchtender Flammenbestandtheile die Strahlen der heisseren tieferen Sonnenschichten zum Theil durchlassen. Die mechanisch kaum zulässige kolossale Geschwindigkeit des Aufleuchtens mancher Fackeln könnte dann in dieser Strahlung aus der Sonnentiefe ihre Erklärung finden. Mein Bruder nimmt in einem neuerdings publicirten Nachtrage zu seiner Sonnentheorie an, der Sonnen-

körper selber könne nicht heisser wie etwa 3000° C. sein, da bei höherer Temperatur die chemischen Strahlen die überwiegenden würden und bei sehr viel höherer Temperatur die Sonne sogar zu leuchten aufhören müsste. Es könnte das richtig sein, wenn die Photosphäre nicht als Schirm die heisseren Strahlen des Sonnenkörpers zurückhielte, wie es wahrscheinlich ist. In der That können wir aus Analogien der Beobachtungen keinen einigermassen sicheren Schluss ziehen, ob ein auf Hunderttausende oder gar Millionen von Graden erhitzter Körper noch leuchten wird. Es könntenvon ihm sogar nur Strahlen so geringer Wellenlänge ausgehen, dass sie auch keine chemische Arbeit mehr leisteten! Dann wäre der scheinbar dunkle Kern der Sonnenflecke auch so zu erklären, dass die flammenlosen, durch eintretende Dissociation relativ abgekühlten, zur Sonne zurückkehrenden Verbrennungsproducte durchsichtig blieben und den für die Lichtstrahlung zu hoch erhitzten tieferen Sonnenschichten die Durchstrahlung gestatteten! Dafür würde sogar die violette Farbe der Kerne der Sonnenflecke sprechen. Für darstellbare Temperaturen gilt allerdings das Gesetz, dass neben den der höheren Temperatur entsprechenden schnellen Ätherschwingungen auch die ganze Scala der langsameren auftritt, ob sich das aber bei so ungemein viel höheren Temperaturen nicht ändert, kann man allerdings nicht wissen.

Es war nöthig, auf die wahrscheinliche Beschaffenheit des Sonnenkörpers und seiner Licht und Wärme ausstrahlenden Umhüllung etwas näher einzugehen, um eine Grundlage für die Beantwortung der Frage zu gewinnen, ob bei dem jetzigen Umfange unseres Wissens die Annahme eines elektrischen Sonnenpotentials als zulässig erscheint. Wie schon hervorgehoben, ist seine Entstehung nur denkbar, wenn ein Scheidungsvorgang beider Elektricitäten an der Sonnenoberfläche stattfindet und wenn gleichzeitig die eine der geschiedenen Elektricitäten abgeleitet wird. Da die Flamme ein guter Leiter der Elektricität ist, so kann man die ganze Photosphäre und die wahrscheinlich auch schon an dem Verbrennungsvorgange theilnehmende Penumbra als einen leitenden Mantel betrachten, welcher den heisseren Sonnenkörper umhüllt. Da Flammen ferner die Eigenschaft haben, in ähnlicher Weise, wie Spitzen, die Elektricität an ihre Umgebung, hier also an ihre gasförmigen Verbrennungsproducte zu übertragen, so muss die Photosphäre durch eine theilweise Ausströmung der Verbrennungsproducte in den Weltraum continuirlich entladen werden. Wäre also die Photosphäre von dem noch nicht in der Verbrennung begriffenen tieferen Sonnenkörper isolirt und dieser als ein Leiter der Elektricität zu betrachten, so könnte er elektrisch geladen werden durch Reibungs- oder auch chemische Vorgänge, die zwischen dem leitenden Sonnen-

körper und der Photosphäre stattfänden. Die Frage, ob heisse Gase Leiter der Elektricität sind, auch wenn keine Flammenerscheinung in ihnen stattfindet, ist noch nicht durch directe Versuche entschieden. Dass die Gase, wie alle Körper, Leiter der Elektricität werden, wenn die dielektrische Polarisation ihrer Molecüle ihr Maximum erreicht hat, und dass dies Polarisationsmaximum mit der Verdünnung der Gase — mithin auch mit ihrer Erwärmung vom absoluten o-Punkt ab gerechnet — proportional abnimmt, habe ich bereits im Jahre 1857[1] bei Beschreibung meines Ozon-Apparates nachgewiesen. Es unterscheiden sich danach Leiter von Nichtleitern nur dadurch, dass bei ersteren das Polarisationsmaximun verschwindend klein ist. Dass bei sehr hoch erhitzten Gasen das Polarisationsmaximum, wie bei den metallischen Leitern, verschwindend klein werden sollte, ist kaum anzunehmen. Directe Versuche über die dielektrischen Eigenschaften hocherhitzter flammenfreier Gase sind mir nicht bekannt, doch lassen sich die Erscheinungen des elektrischen Funkens, sowie die Leuchterscheinung in dem Ozon-Apparat und den Geissler'schen Röhren, so wie auch die schönen Versuche von Hittorf[2] auch ohne die Annahme, dass sehr hoch erhitzte Gase in anderer Weise leiten, wie kalte von gleicher Dichte, erklären. Die hohe Temperatur der Sonnengase scheint daher bisher kein Hinderniss zu sein, ihnen isolirende Eigenschaften zuzuschreiben. Ihr Polarisationsmaximum wird sogar, der Dichte der Sonnenatmosphäre entsprechend, trotz ihrer hohen Temperatur grösser sein, als das unserer kalten atmosphärischen Luft.

Ganz andere Verhältnisse können aber eintreten bei Eintritt des kritischen Zustandes in grösseren Sonnentiefen. Für die elektrische

---

[1] Pogg. Ann. Bd. 102 S. 66.

[2] Hr. Hittorf sagt in einer Mittheilung in Bd. XIX von Wied Ann. S. 73, dass meine der Akademie am 9. November 1882 gemachte Mittheilung, dass Gase bei Temperaturen von 1500 bis 2000° C. noch vollständig dunkel erscheinen, wenn sie vollkommen flammenfrei sind, und dass das Leuchten der Gase beim Durchgange eines elektrischen Stromes ein ähnlicher Vorgang sei, wie das Leuchten einer Flamme, welche keine festen Bestandtheile ausscheidet, von ihm selbst und Anderen schon früher bekannt gemacht sei. Ich gebe dies hinsichtlich des Nichtleuchtens heisser Gase gern zu, habe überhaupt keine Prioritätsansprüche an diese Mittheilung geknüpft, glaube jedoch, dass ich zuerst experimentell nachgewiesen habe, dass so hoch erhitzte Gase wirklich vollkommen dunkel erscheinen, wenn auch die heisse Luftschicht über ein Meter dick ist, und das Auge durch volle Dunkelheit den höchsten Grad von Empfindlichkeit angenommen hat. Die Hittorf'schen Versuche wiesen nur eine relative Dunkelheit heisser Gase nach. Die Leitungsfähigkeit der Gase anlangend, die Faraday für hohe Spannungen schon annahm, so habe ich in meinem oben angeführten ca. 25 Jahre älteren Aufsatze bereits das allgemeine Gesetz aufgestellt, nach welchem die Leitungsfähigkeit der Gase beginnt. Hierauf möchte ich auch Hrn. Eilhard Wiedemann hinweisen, welcher die Priorität für die Erklärung des Leuchtens der Gase beim Durchgange eines elektrischen Stromes als Folge einer dielektrischen Polarisation in Anspruch nimmt.

Eigenschaft des kritischen Zustandes haben wir weder Versuche noch Analogien, können daher das Sonnen-Innere auch als eine metallisch, d. i. mit verschwindend kleinem Polarisationsmaximum, leitende Masse annehmen. Die Oberfläche dieser im kritischen Molecularzustande befindlichen Sonnenmasse könnte dann ein elektrisches Potential haben. Es müsste hierbei aber die Frage in Betracht gezogen werden, ob die leitende Photosphäre nicht an ihrer dem Sonnen-Innern zugewandten Fläche durch Vertheilung elektrisch werden könnte, so dass die Sonne mit ihrer sie umhüllenden Photosphäre selbst eine gewaltige Leydener Flasche bildete, wodurch eine Fernwirkung der Elektricität des leitenden Sonnenkerns grösstentheils ausgeschlossen würde. Ohne Weiteres liess sich dies nicht annehmen, da die Leitungsfähigkeit der Flamme offenbar ganz andere, direct mit dem Verbrennungsvorgange selbst zusammenhängende Ursachen hat, wie die der nicht in chemischer Action befindlichen leitenden Körper, so dass eine Analogie zwischen beiden hinsichtlich ihrer elektrischen Vertheilungsfähigkeit kaum zu ziehen ist. Ich habe daher einige Versuche darüber angestellt, ob eine Flamme der Influenzwirkung in gleicher Weise unterliegt, wie andere Leiter, und diese Versuche haben die Voraussetzung bestätigt. Danach können zwei von einander isolirte Flammen in gleicher Weise als Belegungen einer geladenen Leydener Flasche auftreten, wie andere Leiter.[1] Es muss hiernach angenommen werden,

[1] Der Versuch wurde in der Weise angestellt, dass ein ringförmiger Gasbrenner isolirt wurde. Bei geöffnetem Gashahn erhob sich über demselben eine etwa 15^{cm} hohe cylindrische Flamme von ca. 2^{cm} Durchmesser. Die Flamme durchstrich einen isolirt angebrachten, sie concentrisch umgebenden Metallcylinder von ca. 8^{cm} Durchmesser. Zur Herstellung der leitenden Verbindung mit der Flamme wurde ein isolirter kreisförmig gebogener Platindraht in den untern Theil der Flamme gelegt. Die zwischen diesem Platindraht und dem Metallcylinder durch eine galvanische Kette von 50 Daniells stattfindende Ladung wurde nun mit Hülfe meiner bekannten schnell oscillirenden elektro-magnetischen Wippe gemessen, und zwar abwechselnd bei fast ganz geschlossenem und bei geöffnetem Gashahn. Die Differenz der Ablenkungen des Spiegelgalvanometers war dann ein Maass der Capacität der aus Flamme und Metallcylinder gebildeten Leydener Flasche. Die erzielten Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Zahl der Oscillationen der Wippe pro Minute	Differenz der Scalenablenkung zwischen niedriger und hoher Flamme	Grösse einer Entladung
310	3	96
600	6	100
700	8	115
1000	12	120

Die wachsenden Zahlen der letzten Colonne zeigen, dass bei langsamen Schwingungen ein Theil der Flaschenladung durch Leitung verloren ging.

dass der Sitz der Sonnenelektricität wesentlich in der Photosphäre zu suchen ist und nicht in dem Sonnenkörper selbst. Die elektrischen Eigenschaften der Flamme sind — trotz aller bisher mit denselben angestellten Versuche — noch sehr unklar. Namentlich ist noch nicht entscheidend festgestellt, ob eine durch sie selbstthätig erzeugte Potentialdifferenz zwischen den verschiedenen Zonen der Flamme, besonders zwischen derjenigen, wo die Verbrennungserscheinung beginnt, und der, wo sie erlischt, besteht oder nicht. Wäre dies der Fall, wie aus einigen Versuchen von Riess und Anderen wahrscheinlich erscheint, so könnte auch hierin bei den gewaltigen Dimensionen des die Sonne umgebenden Flammenmeeres und bei den ihnen entsprechenden grossen Differenzen in der Temperatur und der Dichtigkeit die Ursache der Sonnenelektricität gesucht werden, da die Elektricität der äusseren Schichten der Photosphäre dann auf die Verbrennungsproducte überginge und mit ihnen nach der Theorie meines Bruders zum Theil in der Richtung der Rotationsebene der Sonne im Weltraum verbreitet würde. Mag aber der Elektrisirungsvorgang in der Sonnenverbrennung selbst, in der Reibung der aus dem Weltraum ihr zuströmenden Materie oder in anderen noch unbekannten Ursachen zu suchen sein — die Möglichkeit der Existenz eines elektrischen Sonnen-Potentials ist durch die äquatoriale Ausbreitung von Verbrennungsproducten der Sonne im Weltraum gegeben.

Diese Möglichkeit erhebt sich aber zum Range grosser Wahrscheinlichkeit, wenn man die Leichtigkeit betrachtet, mit welcher sich schwierige, bisher noch ungelöste Probleme terrestrischer Naturerscheinungen mit Hülfe eines elektrischen Sonnen-Potentials lösen lassen. Hat die Sonne ein hohes elektrisches Potential, so muss sie vertheilend auf alle Himmelskörper, also auch auf die Erde wirken. Eine Ansammlung entgegengesetzter Elektricität auf ihrer ganzen Oberfläche kann aber auch bei ihr nur stattfinden, wenn die frei werdende entgegengesetzte Elektricität abgeleitet wird. Diese Ableitung ist ebenfalls nur denkbar durch Verbreitung im Weltraum. Es ist ohngefähr derselbe Vorgang, wie er stattfindet, wenn einem geladenen kugelförmigen Conductor eine kleinere isolirte Kugel gegenübergestellt wird. Die Kugel nimmt dann allmählich eine entgegengesetzte Ladung an, während die gleiche Elektricität sich durch Zerstreuung im Raume verliert. Bei der Erde wird diese Zerstreuung der durch Sonnenvertheilung entstandenen sogenannten freien Elektricität noch durch die grosse Verdünnung der höheren Luftschichten und die auf- und niedersteigenden mit Feuchtigkeit beladenen Luftströme wesentlich begünstigt, da durch diese den höheren Schichten sehr verdünnter Luft die freie Elektricität zugeführt wird. Dass in diesen verdünnten

höheren Luftschichten elektrische Strömungen vor sich gehen, beweisen die Nord- und Südlichter. Man könnte dieselben als den an der Grenze der Erdatmosphäre stattfindenden elektrischen Ausgleich zwischen der von der Sonne mit negativer Ladung ausströmenden Materie und der freigewordenen positiven Influenzelektricität der Erde betrachten. Dieser Ausgleich wird immer dann auftreten müssen, wenn durch Änderung des Sonnenpotentials auch das der Erde geändert wird. Zur Herstellung des Gleichgewichtes muss dann positive oder negative Elektricität von der Erde ausströmen, es muss also entweder ein Ausgleich mit der von der Sonne ausströmenden negativen Elektricität an der Grenze der Atmosphäre stattfinden, oder es muss diese der Erde zufliessen. Dass dieser Austausch vorzugsweise in den Polargegenden der Erde stattfindet, kann darin seinen Grund haben, dass die polare Luft stärker elektrisch ist, da sie durch die äquatoriale Luftströmung in den oberen Regionen der Atmosphäre fortwährend durch diese stärker elektrisirte Luft verdrängt wird, mithin in ihrer ganzen Masse die Elektricität der höchsten Luftschichten niederer Breiten annehmen muss. Die mit den Nord- und Südlichtern in innigem Zusammenhang stehenden Erdströme sind dann als eine nothwendige Consequenz des vorzugsweise in den Polargegenden stattfindenden Ausgleiches der Intensitätsschwankungen der Sonnen- und Erdelektricität zu betrachten. Diese Ausgleichsströme müssen ihrerseits durch ihre elektrodynamische Wirkung die Magnetnadel beeinflussen.

Es drängt sich hier aber die Frage auf, ob nicht der Erdmagnetismus selbst als eine elektrodynamische Wirkung der elektrischen Ladung der Erde aufzufassen ist. Nach der schönen Untersuchung, die Hr. ROWLAND im HELMHOLTZ'schen Cabinet unter dessen Leitung angestellt hat,[1] ist es als nachgewiesen zu betrachten, dass mechanisch fortbewegte stationäre Elektricität elektrodynamische Wirkungen in ähnlicher Weise ausübt, wie ein elektrischer Strom. Danach muss die Erde, wenn ihre Oberfläche mit Elektricität grosser Dichtigkeit geladen ist, in Folge ihrer Rotation in gleicher Weise magnetische Erscheinungen zeigen, wie wenn elektrische Ströme sie umkreisten, die während der Zeit einer Umdrehung in jeder Breite ebenso viel Elektricität um sie herumführten, wie die statische Elektricität beträgt, die auf dem betreffenden Oberflächenringe sich befindet. Wie gross die Dichtigkeit der Elektricität auf der Erdoberfläche sein müsste, um durch ihre Rotation den Erdmagnetismus hervorzubringen, wird geübten Mathematikern nicht schwer fallen zu berechnen. Da das

[1] Monatsber. d. Berl. Akad. d. Wissenschaften.

magnetische Moment eines Kreisstromes im Verhältniss der umströmten Fläche steht, so wird sich dieselbe voraussichtlich bei den grossen Dimensionen der Erde nicht als unzulässig gross herausstellen. Ferner wird bei den kolossalen Dimensionen der Sonne, deren Oberfläche 11483 Erdoberflächen enthält, während die Entfernung der Sonne nur 22934 Erdhalbmesser beträgt, die Dichtigkeit der Sonnenelektricität nur etwa doppelt so gross, wie die der Erde zu sein brauchen, um diese durch elektrische Vertheilung hervorzurufen. Wäre die Erdoberfläche ganz gleichmässig mit Elektricität beladen, so müssten die magnetischen Pole mit den Rotationspolen der Erde zusammenfallen. Da dem nicht so ist und da überhaupt grosse Unregelmässigkeiten in der Vertheilung des Erdmagnetismus auf der Erdoberfläche stattfinden, so muss die Vertheilung der ruhenden Elektricität auf der Erdoberfläche eine unregelmässige sein. Es erscheint dies auch wahrscheinlich, wenn man bedenkt, dass circa $^1/_3$ der Erdoberfläche aus Festland besteht, welches grossentheils Felsboden hat, der von schlecht leitendem Erdreich oft nur dünn bedeckt ist. Die Ansammlung der Influenzelektricität wird daher hier vorzugsweise auf der Oberfläche des glühenden, gut leitenden Erdinnern zu suchen sein, durch deren grösseren Abstand von der Erdoberfläche der überwiegende Einfluss der zunächst liegenden in convectiver Bewegung befindlichen Elektricitäts-Massen vermindert wird. Ob sich die bestehende Vertheilung des Erdmagnetismus, sowie die beobachteten periodischen und unregelmässigen Störungen desselben aus dieser Theorie über die Ursache der erdmagnetischen Erscheinung werden herleiten lassen — muss späterer eingehender Forschung anheimfallen. Die täglichen regelmässigen Störungen könnten darin ihre Erklärung finden, dass die Dichtigkeit der Influenzelektricität auf der der Sonne abgewendeten Seite etwas geringer sein muss, wie auf der ihr zugewendeten. Diese von der Stellung der Sonne abhängende ungleiche Dichtigkeit der Erdelektricität muss mit der Rotation der Erde fortschreiten, kann daher die Ursache der von Lamont erörterten regelmässigen äquatorialen Erdströme sein. Ebenso können die magnetischen Störungen des Mondes in der Rückwirkung der Mondelektricität auf die Vertheilung der Influenzelektricität der Erde ihre Erklärung finden. Dagegen wird die säculäre Änderung der Lage der magnetischen Pole wohl nur auf kosmische, noch ganz unerkannte Ursachen zurückzuführen sein.

Mag diese Theorie aber auch noch vieles unerklärt lassen, so gewährt sie doch wenigstens die Möglichkeit, eine Erklärung für die Entstehung des Erdmagnetismus im Anschluss an unsere bisherigen Erfahrungen zu geben. Es ist dies bei keiner der bisherigen Theorien der Fall. Der Annahme eines Centralmagneten im Innern der Erde

widerspricht schon die allgemeine Erfahrung, dass die Glühhitze den Magnetismus aller Körper vernichtet. Ohne gänzlich von der Erfahrungsgrundlage abzusehen, kann man daher die Annahme eines Centralmagneten nicht aufrecht erhalten. Der Annahme einer Schicht magnetischer Erze in der Erdkruste als Sitz des Erdmagnetismus widerspricht einmal die Rechnung, da der Magnetismus einer solchen Schicht, auch wenn sie möglichst dick und zum Maximo magnetisirt angenommen wird, nicht ausreichen würde, um den vorhandenen Erdmagnetismus hervorzubringen; dann aber auch die Unmöglichkeit, einen Grund für die Entstehung der Magnetisirung dieser Erzschicht aufzufinden, da dieselbe doch nicht von Anfang an vorhanden gewesen sein kann, sondern erst nach der Erkaltung der Erde entstanden sein müsste. Dasselbe würde von der nach FARADAY's Entdeckung der magnetischen Eigenschaften des Sauerstoffs der Luft aufgestellten Theorie, dass der Sauerstoff der Luft der Sitz des Erdmagnetismus wäre, geltend zu machen sein, wenn nicht die Rechnung schon ergäbe, dass der Sitz dieses Magnetismus sich nicht ausserhalb der Erdoberfläche befinden kann. Ebenso wenig können die aufgestellten Theorieen des Erdmagnetismus, welche auf thermoelektrischen Strömen oder, wie ZÖLLNER es versuchte, auf Convectionsströmen im flüssigen Erdinnern beruhen, Beachtung finden, da in einem nach allen Seiten gleich gut leitenden Medium solche Ströme gar nicht zur Erscheinung kommen können. Übrigens ist auch für die Existenz fortdauernder regelmässiger Strömungen des flüssigen Erdinnern gar keine Ursache aufzufinden.

In ähnlicher Weise, wie ein elektrisches Sonnenpotential die Möglichkeit der Erklärung des Erdmagnetismus mit den ihm verwandten Erscheinungen der Nord- und Südlichter und der Erdströme gewährt, giebt es auch eine Handhabe für die Erklärung der Luftelektricität und der Gewittererscheinungen. Dass die Erde negativ elektrisch geladen sein müsste, nahm schon LAMONT an zur Erklärung der so wechselnden und unsteten Luftelektricität. Seine Ansicht, dass diese elektrische Ladung durch thermoelektrische Differenzen zu erklären sei, ist aber ebenso wenig haltbar, wie die Ansicht, dass Reibungsvorgänge ein elektrisches Erdpotential erzeugen könnten. Ein solches kann nur durch kosmische Influenz und Ableitung der frei werdenden gleichen Elektricität durch Verbreitung im Raume oder Neutralisirung mit der entgegengesetzt geladenen Materie, die von der Sonne in der Richtung der Ebene des Sonnenäquators ausfliesst, entstehen. Nimmt man aber an, dass dies der Fall sei, dass mithin die Erde mit der Sonne einen elektrischen Ansammlungsapparat bildet, dessen trennendes Dielectricum die Atmosphäre der Sonne und Erde

und der mit äusserst verdünnter Materie erfüllte interplanetare Raum ist, so sind alle von Lamont und Anderen aus der elektrischen Ladung der Erde gezogenen Schlussfolgerungen berechtigt. Zur Erklärung der Gewitterelektricität scheint aber doch die geringfügige und wechselnde atmosphärische Elektricität, auf die sie bisher zurückgeführt wird, nicht ausreichend zu sein. Das plötzliche Auftreten so gewaltiger Massen Elektricität, wie sie namentlich bei tropischen Gewittern zur Erscheinung kommen, weist die Annahme zurück, dass dieselbe ihren Sitz in der schwachen elektrischen Ladung der verhältnissmässig geringen Luftmenge, die den Träger der Gewitterwolken bildet, gehabt habe. Es müssen ergiebigere Quellen sein, denen sie entstammt. Eine solche Quelle von unerschöpflicher Mächtigkeit findet sich in der elektrischen Ladung der Erde durch Sonnen-Influenz. Wenn man einer grossen elektrisch geladenen Kugel einen leitenden Gegenstand nähert, so unterliegt derselbe der vertheilenden Wirkung der auf der Oberfläche der Kugel befindlichen Elektricität. Findet die in dem Theile des Leiters, welcher der Kugel am entferntesten ist, angesammelte gleichartige Elektricität eine Ableitung nach benachbarten, noch weiter entfernten Leitern, so wird der erstere Leiter dauernd mit Elektricität geladen, deren Polarität der der Kugel entgegengesetzt ist. Ist die Erhebung des Leiters über die Oberfläche aber nur gering im Verhältniss zum Durchmesser der Kugel, so kann auch die Spannungsdifferenz zwischen der Kugelfläche und dem entferntesten Punkte der Erhebung nur gering sein. Aus diesem Grunde kann auch bei einer grossen Dichtigkeit der Elektricität auf der Erdoberfläche auf derselben doch keine elektrische Abstossung stattfinden und selbst auf Bergspitzen kann sie noch nicht sehr bemerklich sein. Anders aber gestaltet sich das Verhältniss, wenn eine Kugel durch Influenz einer entfernten elektrischen Kugel geladen ist. Die nach der Faraday-schen Molecular-Vertheilungstheorie von der ladenden zur geladenen und abgeleiteten Kugel gehenden Kraftlinien treffen die letztere überall fast senkrecht und bei grossem Abstande der influenzirend auf einander wirkenden Kugeln im Verhältniss zu den Durchmessern der Kugeln in nahe gleicher Anzahl auf der der vertheilenden Kugel zugewandten, wie der abgewandten Seite. Nähert man nun einen isolirten, leitenden Schirm, der einen Theil der Oberfläche der influenzirten Kugel bedeckt, der letzteren, so wird er bei geringer Dicke nicht merklich elektrisch. Sobald man jedoch den Schirm ableitend berührt, nimmt er die der Kugel entgegengesetzte Elektricität an, während die gleiche abgeleitet wird. Entgegengesetzt ist das Verhalten, wenn der Schirm mit der Kugel selbst leitend verbunden wird. Dann bildet der Schirm einen Theil der Kugeloberfläche und nimmt

die elektrische Ladung derselben an, wobei diese unter dem Schirm unelektrisch wird. Als solche Schirme treten nun auf der Erdoberfläche die Gewitterwolken auf. Denkt man sich einen solchen Wolkenschirm in der Bildung über einem Theile der Erdoberfläche begriffen, so wird derselbe unbeeinflusst durch die Erdelektricität bleiben, solange die leitenden Wassertheilchen sich isolirt und in grösserem Abstande von einander befinden. Nebel und leichte Wolken werden daher nicht elektrisch werden. Sobald aber der Nebel sich so weit verdichtet hat, dass seine leitenden Theile in Berührung mit einander kommen, oder die Entfernung zwischen ihnen so klein wird, dass schon Elektricität sehr geringer Spannung den Zwischenraum überspringen kann, so unterliegt die Wolke dem Vertheilungsvorgange. Dieser kann einmal dadurch eingeleitet werden, dass sie durch aufsteigende Wolkenwirbel bis in sehr hohe Regionen hinauf leitende Verbindung mit dort befindlichen Wolken erhält. Dann nimmt diese leitend zusammenhängende Wolke in ihren unteren Theilen die der Erdelektricität entgegengesetzte Elektrisirung an, während die obere die ihr gleiche aufnimmt. Es kann eine dichte leitende Wolkenbank aber auch an einer oder mehreren Stellen mit der Erde selbst in leitende Verbindung kommen. Dann bildet sie einen Theil der leitenden Erdoberfläche und nimmt die Elektricität derselben an.[1] Der letztere Vorgang wird am

---

[1] Bei einer Reise auf dem mittelländischen Meere hatte ich in der Nähe der spanischen Küste zwischen Carthagena und Almeria im Winter 1865 Gelegenheit, den Verlauf der Erscheinung einer Wasserhose zu beobachten, welcher mir entschieden für diese Auffassung zu sprechen scheint.

Zwischen dem Schiffe und der Küste in der Nähe von Almeria zeigte sich bei lebhaft bewegter, sogenannter todter See ohne wesentliche Luftbewegung eine schwarze, dichte, aber, wie es schien, nicht hohe Wolkenbank, unter welcher das Meer in wildester Bewegung zu sein schien. Es erschien dort als ein weisser, hoch aufschäumender, ziemlich runder Fleck, dessen Durchmesser die Seeleute auf 2 bis 3 Seemeilen schätzten, während seine Umgebung nur glatte Wellenzüge ohne alle Sturzwellen zeigte. Trotz der beträchtlichen Entfernung des Schiffes von der heftig bewegten Stelle, die mehrere Seemeilen betrug, konnte man doch deutlich durch das Fernrohr erkennen, dass die wilde Brandung der Meeresoberfläche sich mehrere Meter über die scharf abgegrenzte Oberfläche des relativ ruhigen Meeresspiegels erhob. Die Wolke senkte sich an einer Stelle trichterförmig nieder und bildete einen dem Rüssel eines Elephanten ähnlichen gekrümmten Wolkenstreifen, der bis ziemlich nahe zu der schäumenden Meeresfläche hinabreichte und sich unten etwas verästelte. Eine vollständige Berührung mit der schäumigen Fläche war nicht zu erkennen, auch fand auffallender Weise unter dem Wolkenrüssel kein stärkeres Schäumen des Meeres, als an den übrigen Stellen statt. Der Rüssel selbst rotirte langsam, wenn ich mich recht erinnere, im Sinne der Bewegung des Uhrzeigers über dem weissen Fleck, und zwar nahm auch seine Verbindungsstelle mit der Wolke an dieser Bewegung Theil, wenn auch nicht in gleichem Umfange. Leider entzog uns die einbrechende Nacht und die wachsende Entfernung nach etwa halbstündiger Beobachtung, während welcher der Rüssel etwa anderthalb Umdrehungen gemacht hatte, wobei seine Spitze sich constant

leichtesten eintreten am Abhange steiler Berge, an die die Wolkenschichten sich anlehnen. Gebirge sind daher häufig Gewitterbildner. Bei der Entstehung der die Träger der Gewitterelektricität bildenden Wolken scheint die Elektricität keine wesentliche Rolle zu spielen. Die Ursache der Wolkenbildung ist der Regel nach in der auf- und niedergehenden Luftbewegung zu suchen, welcher nicht nur diese und der den Wolken entfallende Regen, sondern auch die Entfesselung der Stürme fast ausschliesslich zuzuschreiben ist. Die hierüber in der Meteorologie vielfach noch herrschenden Anschauungen bedürfen meiner Ansicht nach in einigen Punkten der Berichtigung. Würde das Gleichgewicht des Luftmeeres nicht stets durch die ungleiche Erwärmung und Abkühlung der Luft durch die Strahlung gestört, so müssten Temperatur und Dichtigkeit der Atmosphäre bis zur grössten Höhe im sogenannten indifferenten Gleichgewicht sein und zwar in der Weise, dass der Temperaturverlust bei zunehmender Höhe der Ausdehnungsarbeit des Gases überall äquivalent wäre. Die höhere Lufttemperatur der niederen Breiten würde sich durch langsam verlaufende Wirbel mit horizontaler Rotationsaxe, wie die Passatwinde sie in grossem Maassstabe darstellen, ausgleichen und schliesslich würde das ganze Luftmeer in gleichen Höhen gleiche Temperatur haben. Dieses indifferente oder auch adiabatische Gleichgewicht wird nun durch vorzugsweise Erwärmung der Erdoberfläche und der unteren Luftschichten durch die Sonnenstrahlung durch die Absorbtion derselben beim Durchgang durch die Atmosphäre und die vorzugsweise Abkühlung der höheren Schichten durch Ausstrahlung fortwährend gestört. Es werden dadurch die unteren Schichten leichter und die oberen schwerer, wie es das adiabatische Gleichgewicht bedingt, und diese Störung muss sich durch auf- und niedergehende Strömungen in der Atmosphäre ausgleichen.

---

auf etwa $\frac{1}{3}$ des Radius des weissen Fleckes von dessen Rande erhielt, die weitere Betrachtung dieses interessanten Phänomens, welches mit mir mein Bruder William und seine Frau, sowie die zur Besatzung des französischen Kabelschiffes, auf welchem wir uns befanden, gehörigen Marineoffiziere mit grösster Spannung verfolgten. Von einer Wirbelbewegung war bei demselben nichts zu bemerken. Es herrschte beinahe Windstille. Es konnte nur eine rein elektrische Erscheinung sein, die in einer elektrischen Strömung von der Erde zur Wolke bestehen musste. Nimmt man an, dass diese Strömung an einer Stelle so stark geworden war, dass sich hier durch elektrische Fortführung der Flüssigkeit eine leitende Wasserstrasse zwischen Meer und Wolke bildete, so erklärt sich auch die Rotation des Rüssels unter dem Einflusse des Erdmagnetismus. Während der Nacht tobte an der spanischen Küste ein Gewitter, dessen Entstehung wir wahrscheinlich in der Trombe beobachtet hatten. Doch schien diese selbst ihren Lauf später von der spanischen nach der afrikanischen Küste gerichtet zu haben, denn gegen Ende der Nacht wurde unser Schiff nahe derselben von einem nur wenige Minuten andauernden, so furchtbaren Unwetter befallen, dass es dadurch in die grösste Gefahr gerieth, und die Seeleute der festen Ansicht waren, die Trombe sei über das Schiff fortgegangen.

Da aufsteigende Luft, welche am Erdboden wärmer geworden ist, wie es der adiabatischen Temperaturcurve entspricht, diesen Wärmeüberschuss beim Emporsteigen beibehält, der Auftrieb aber mit der wachsenden Höhe des aufgehenden Luftstromes zunimmt, weil die am Erdboden nachströmenden Luftschichten immer denselben Temperaturüberschuss haben, so muss der Aufstrom an den Stellen, wo er einmal durch besonders günstige locale Verhältnisse entstanden ist, so lange fortdauern, bis der Temperaturunterschied ausgeglichen ist. Die durch den Aufstrom der relativ leichteren Luft und den Niedergang der durch Strahlung abgekühlten, relativ schwereren an anderen Stellen geleistete Arbeit muss sich in lebendige Kraft umsetzen, indem sie die Luft in lebhaftere Bewegung versetzt. Es wird dies wesentlich durch die Volumvergrösserung der aufsteigenden Luft durch Druckverminderung bewirkt. Da bei dem grossen Durchmesser der Erdkugel der Luftraum mit der Höhe nur unmerklich grösser wird, so muss die Geschwindigkeit der aufsteigenden Luft schon aus diesem Grunde nahe proportional der Druckverminderung zunehmen. In den höchsten Luftregionen, bis zu denen jeder sich bildende Aufstrom gelangen wird, muss daher die Luftgeschwindigkeit eine sehr bedeutende sein, und mit der gleichen Geschwindigkeit muss hier die umgebende ruhige Luft zur Seite gedrängt werden, um Platz für die angekommene zu schaffen. Diese Verdrängung wird namentlich nach der Richtung hin stattfinden, wo ein niedergehender Luftstrom sich gebildet hat zum Ersatz der auf der Erdoberfläche zur Stelle des Aufstromes nachströmenden überhitzten Luft. Diese niederströmende Luft verdichtet sich nun zwar beim Niedergange wieder der jeweiligen Höhe entsprechend, sie behält aber dabei die in den oberen Regionen erhaltene Geschwindigkeit bei. Es ist ersichtlich, dass das Endresultat eine sehr grosse Luftgeschwindigkeit auf der Erdoberfläche sein kann, wenn die Störung des adiabatischen Gleichgewichtes eine qualitativ und quantitativ beträchtliche war. Diese localen Stürme, deren Richtung durch die Rotation der Erde nach dem Dove'schen Drehungsgesetze modificirt wird, müssen besonders heftig werden, wenn der Aufstrom selbst ein engbegrenzter ist, da dann der Ausgleichungsprocess, d. i. die Umwandlung der in der Gleichgewichtsstörung angesammelten Energie in Luftgeschwindigkeit, auf eine verhältnissmässig geringe Luftmenge beschränkt ist. Doch auch starke, über ganze Continente fortgehende Stürme können durch aufsteigende Luftströme von grosser räumlicher Ausdehnung erzeugt werden. Dass der niedergehende Luftstrom eine Druckvermehrung auf dem Erdboden, der aufgehende eine Verminderung des Luftdrucks bedingt, folgt aus den mechanischen Bewegungsgesetzen. Doch muss

auch schon die Bewegung der Luft an sich stets ein Sinken des Barometerstandes verursachen, da die bewegte Luft die ruhende an der Berührungsgrenze mit fortreisst, mithin eine Verdünnung der ruhenden bewirkt. Das Endresultat des Störungsausgleichs wird daher ein Überführen immer grösserer Luftmassen in wirbelnde Bewegung und schliesslich eine Rückbildung der lebendigen Kraft durch Reibung in Wärme sein.

Es folgt aus dieser Betrachtung, dass der Wasserdampf in der Luft nicht die grosse Rolle bei der Luftbewegung spielt, die ihm gewöhnlich beigelegt wird, da sich Luftbewegungs- und Luftdrucks-Erscheinungen auch ohne den Wassergehalt der Luft erklären lassen. Man muss nur den Sitz der Stürme, d. i. hier den Ort der Beschleunigung der Luftmassen, nicht an der Erdoberfläche, sondern wesentlich in den höchsten Luftregionen suchen. Bestände die Atmosphäre nur aus Wasserdampf, so würden die Erscheinungen ganz ähnliche sein. Der Wasserdampf unterliegt dem adiabatischen Ausdehnungsgesetze ebenso, wie die Luft, nur vermindern sich bei ihm Dichtigkeit und Temperatur mit wachsender Höhe weit weniger, als bei den permanenten Gasen der Atmosphäre. Nach Ritter würde eine Dampfatmosphäre ca. 13mal höher sein, als eine Luftatmosphäre. Es findet zwar nach Clausius und Sir William Thomson bei der adiabatischen Ausdehnung des Dampfes eine fortwährende Condensation statt, doch muss dieselbe in den Höhen, in denen erfahrungsmässig die Wolkenbildung eintritt, noch zu gering sein, um die beobachteten Niederschläge hervorzubringen. Der Grund der bei aufgehenden Luftströmen eintretenden Condensation liegt wesentlich darin, dass der Wasserdampf mit der Luft innig gemischt ist und dass derselbe im aufgehenden Strome nicht die ihm zukommende adiabatische Temperatur annimmt, sondern die der weit überwiegenden Luftmasse, mit welcher er gemischt ist. Da die Luft sich nun mit steigender Höhe weit schneller abkühlt, wie der Dampf, so wird dieser unter die ihm angehörige adiabatische Temperatur abgekühlt, und diese Temperaturverminderung verursacht seine Condensation, wenn der Sättigungspunkt des Dampfes überschritten wird.

Gegen diese Auffassung spricht scheinbar der Umstand, dass durch Luftfahrer wiederholt constatirt ist, dass Schichten wärmerer Luft häufig über kälteren gelagert sind, während das adiabatische Ausdehnungsgesetz eine stetige Abnahme des Drucks und der Temperatur verlangt. Es erklärt sich dies aber leicht durch die ungleiche Beschaffenheit der Erdoberfläche, welche bedingt, dass der aufsteigende Luftstrom zu manchen Zeiten und an manchen Orten eine viel höhere Temperatur und einen weit grösseren Wasserdampfgehalt hat, als an

anderen Orten. Ist der Wassergehalt einer solchen heissen aufsteigenden Luftmasse so gross, dass das Wasser zum Theil während des Aufganges ausgeschieden wird und als Regen niederfällt, so wird die in den oberen Schichten der Atmosphäre eingetroffene Luft durch die von ihr aufgenommene latente Wärme des Wasserdampfes noch weiter erwärmt und dadurch ihr Volumen und Auftrieb vergrössert, und das Endresultat muss eine relativ warme, verhältnissmässig wasserarme Luftschicht sein, die dann durch Ausdehnungs-Strömung über kältere, aber mehr Wasserdampf enthaltende und dadurch leichtere fortgeschoben wird.[1] Es sind dies leicht erklärliche Abweichungen von der Regel, dass Temperatur und Dichtigkeit der Atmosphäre mit steigender Höhe abnehmen, der Wassergehalt dagegen zunehmen muss. Letzteres muss wenigstens für höhere Breiten die Regel sein, da die in den Calmen continuirlich aufsteigenden warmen Luftmassen mit relativ grossem Wassergehalte zwar zum grossen Theile auf ihrem Wege zu höheren Breiten nach Verlust ihrer grösseren Wärme durch Ausstrahlung als niedergehende Ströme wieder zum Erdboden niedersinken, zum Theil jedoch als oberer Äquatorialstrom auch die hohen Breiten erreichen müssen. In diesem grösseren Wassergehalte der höheren Schichten der Atmosphäre ist der Grund zu suchen, warum auch bei niedergehenden Luftströmen Regenfälle eintreten können. Ist die Temperatur einer sehr wasserhaltigen oberen Strömung durch Strahlung bis unter den Sättigungspunkt des Dampfes abgekühlt, so bilden sich die Cirrus-Wolken, die wahrscheinlich aus Eisnadeln bestehen.[2] Die dadurch frei werdende latente Dampf- und Wasserwärme wird diese Luftschichten wieder erwärmen und den Process der Bildung schwererer Schneewolken längere Zeit hinausziehen, ist er aber durch fortdauernden

---

[1] Krönig hat bereits den Nachweis geführt, dass der mit einem aufsteigenden Strome gemischte Wasserdampf durch seine Condensation keine Volumverminderung, sondern eine Volumvergrösserung herbeiführt, da die latente Wärme des Dampfes das Volumen der Luft weit mehr vergrössert, als das Volumen des condensirten Dampfes beträgt. Fortschr. d. Phys. Bd. XX S. 626.

[2] Es ist jedoch höchst wahrscheinlich, dass sowohl Wasser wie Dampf in den hohen Luftregionen ihren Aggregatzustand bis weit unter die Temperatur ihres Gefrier- resp. Condensationspunktes beibehalten. Dass das Wasser ohne Gegenwart von die Krystallisation einleitenden festen Körpern und ohne heftige Erschütterungen bis weit unter — 20° abgekühlt werden kann, ohne zu gefrieren, steht fest. Dass Dampf in gleicher Weise die Dampfform unter seinem Condensationspunkte noch beibehalten kann, steht experimentell noch nicht fest. Wir kennen nur die Verzögerung des Siedepunktes, die so häufig zu Dampfkessel-Explosionen Veranlassung giebt. Es ist jedenfalls nicht unwahrscheinlich, dass dieser Verzögerung des Siedens auch eine Verzögerung der Condensation gegenübersteht. Durch Versuche lässt sich dies nur schwer constatiren, da die Mittel fehlen, eine Dampfmasse ausser Berührung mit festen oder flüssigen Körpern abzukühlen. Es ist ohne diese Annahme nicht gut zu erklären, warum der Himmel nicht immer ganz mit Cirrus-Wolken bedeckt ist —

Wärmeverlust durch Ausstrahlung vollendet, so muss das Gewicht des keinen in Betracht kommenden Raum mehr ausfüllenden Eises das adiabatische Gleichgewicht stören, und ein Niedersinken der Wolkenmasse eintreten. Bei der dabei eintretenden Verdichtung und Erwärmung wird der Schnee wieder geschmolzen und die dazu nöthige latente Wärme der Luft entzogen. Das adiabatische Gleichgewicht wird daher progressiv in noch höherem Maasse gestört, und das Endresultat wird ein kalter niedergehender Luftstrom mit Regen sein. Die Dichtigkeit dieser langsam niedersinkenden Regenwolken wird aber nicht gross genug sein, um die Wolke elektrisch leitend zu machen, es wird mithin keine Elektricitätsbildung durch Vertheilung eintreten. Anders aber wird sich der Verlauf gestalten, wenn durch locale Überhitzung der dem Erdboden benachbarten Luftschichten ein localer Aufstrom mit Regenfall entsteht. Dann kann der Aufstrom eine Geschwindigkeit annehmen, die grösser ist, als die Fallgeschwindigkeit der gebildeten Wassertropfen in der widerstehenden Luft; diese werden daher in die höheren Regionen, deren Temperatur weit unter dem Eispunkte liegt, mit in die Höhe gewirbelt und werden zu Hagelkörnern gefrieren. Durch die schnelle Volumvergrösserung und die ihr entsprechende seitliche Ausbreitung des beschleunigten Luftstromes werden die benachbarten relativ feuchten und kalten höheren Luftschichten in Wirbel mit horizontaler Drehaxe versetzt, die sich mit dem um eine senkrechte Axe rotirenden aufsteigenden Wirbel combiniren. Die heftige Wirbelbewegung, in welche das bisher ruhige, überkühlte Luftmeer hierdurch versetzt wird, wird in demselben nun eine plötzliche Wasser- und Eisbildung herbeiführen. Die Wirbel mit horizontaler Drehaxe können dabei einen grossen Durchmesser annehmen und die Eiskörner wiederholt in die Eisregion hinaufschleudern, bis sie zu schwer geworden sind und als Hagelkörner oder nach Durchlaufung tieferer warmer Luftschichten als kalte Regentropfen zu Boden fallen. Durch diese in kurzer Zeit eintretende starke Regenbildung werden die Wassertheile der Wolkenstrasse bis zu den höchsten Luftschichten hin nun so dicht an einander geführt, dass sie ein Leiter der Elektricität wird, mithin auch der elektrischen Vertheilung unterworfen ist. Ist sie an irgend einer Stelle in leitender Verbindung mit der Erde, so muss die Erdelektricität in sie einströmen, und sie erhält dann die gleiche Elektricität; ist sie es nicht, so wird sie in der Nähe der Erde ihr entgegengesetzt geladen, während die gleiche Elektricität durch die leitende

---

es müsste denn angenommen werden, dass flüssig gewordene Wassertheilchen in der grossen Verdünnung der höheren Luftschichten nicht als Wolken erscheinen.

Wirbelwolke in die höheren Regionen entweicht. Wo die Leitung der Wolke unvollständig ist, wird sie durch Blitze, welche zwischen den von einander isolirten Wolkenschichten oder zwischen Wolke und Erde überspringen, vorübergehend hergestellt und schliesslich wird beim Vorübergehen des Wirbelsturmes und der Auflösung der durch ihn gebildeten Wolke die ganze Elektricität durch Blitze sich mit der Erdelektricität wieder ausgleichen oder zum Theil zur Luft als Luftelektricität übergehen.

Manche Beobachtungen von Gewitterbildung sind von hohen Bergspitzen oder vom Luftballon aus gemacht, welche fast alle von mehrfachen Wolkenschichten über einander sprachen, die in Verbindung mit einander standen oder zwischen denen Blitze übersprangen. Die lehrreichste Beschreibung ist die des Hrn. Wite,[1] der von einem Luftballon aus die Entstehung eines starken Gewitters beobachtete. »Er sah zwei Wolkenschichten etwa 2000 Fuss über einander, von denen die obere Schnee, Regen und Hagel der unteren zusandte. Zwischen beiden bewegten sich geräuschlos gelbliche wellenähnliche Lichtmassen. Elektrische Entladungen mit Blitz und Donner ereigneten sich immer in der unteren Schicht, doch war das Gewitter über beiden Schichten weit stärker, als unter denselben. Die obere Schicht war durch Westwind in starker Bewegung.« Dass der Beobachter nur zwei über einander befindliche Wolken beobachten konnte, ist erklärlich, da sein Ballon sich in der Höhe des Zwischenraumes beider befand. Es ist anzunehmen, dass noch mehrere solcher Wolkenschichten bis zu den höchsten Luftregionen hinauf vorhanden gewesen sind, zwischen denen der beobachtete Niederschlag und der elektrische Leitungsvorgang stattfand. Durch den namentlich aus der Mitte der oberen Wolkenschicht niederströmenden starken Regen wurden die Wolkenschichten leitend mit einander verbunden und unterlagen dadurch dem elektrischen Vertheilungsvorgange.

Es könnte der Theorie des elektrischen Sonnenpotentials noch der Einwand entgegengestellt werden, dass die elektrische Anziehung zwischen der Sonne und den Planeten und die Abstossung, welche letztere auf einander und auf ihre Trabanten ausüben müssten, die Grundlage der astronomischen Rechnungen modificiren würde, da neben der Gravitation dann noch eine weitere Kraft, die elektrische, in Rechnung zu ziehen sei.

Dieser Einwand ist vollkommen berechtigt. Da aber die elektrische Kraft ebenso, wie die Gravitation, im Verhältniss der Quadrate des Abstandes der Mittelpunkte steht, so würden die Bahnen der

[1] Fortschr. d. Phys. 1852 S. 762.

Planeten unverändert bleiben, wenn ein Theil der Gravitationsanziehung durch eine elektrische ersetzt wird. Nur das berechnete Verhältniss der Massen der Sonne und der Planeten zu der der Erde würde sich ändern. Diese Änderungen müssten namentlich bei den kleinen Planeten und den Trabanten bemerklich werden, da die elektrische Kraft eine Oberflächenfunction ist. Dagegen müssen die störenden Einflüsse, welche die Planeten und deren Trabanten gegenseitig auf ihre Bahnen ausüben, sich ändern, wenn die Gravitation durch elektrische Abstossung vermindert wird.

Vielleicht ist es der Astronomie vorbehalten, aus den Störungen der Bahnen des Merkurs, der Asteroiden und der Trabanten den Beweis der Existenz oder Nichtexistenz eines elektrischen Sonnenpotentials zu führen.

Zur Thermodynamik chemischer Vorgänge.

Dritter Beitrag.

Folgerungen die galvanische Polarisation betreffend.

Von H. von Helmholtz.

(Vorgetragen am 10. Mai [s. oben S. 539.])

Zur Vorgeschichte der in meiner ersten Mittheilung »zur Thermodynamik chemischer Vorgänge« vom 2. Februar 1882 entwickelten Sätze erlaube ich mir hier nachzutragen, dass, wie ich seitdem gefunden, zunächst Lord Rayleigh in einem vor der Royal Institution am 5. März 1875 gehaltenen Vortrage es als allgemeines Princip ausgesprochen hat, dass nicht die Wärmeentwickelung allein über die Möglichkeit entscheide, ob eine chemische Veränderung in bestimmter Richtung eintrete, sondern dass dies nur geschehen könne, wenn dabei die Entropie (dissipation of Energy) wachse, oder wenigstens nicht abnehme.

Dass die Wärmeentwickelung allein genommen namentlich nicht für die Grösse der elektromotorischen Kräfte galvanischer Elemente entscheidend sei, hat Hr. F. Braun in einer Reihe von Aufsätzen vom Jahre 1878[1] anfangend, ausgesprochen und durch eine Anzahl wichtiger Versuche erwiesen. Die theoretische Auffassung freilich, von der er in den ersten dieser Aufsätze ausgegangen ist, namentlich der Satz, dass »die chemische Energie von der Natur der Wärme sei,« dass jeder chemische Vorgang zunächst immer nur Wärme erzeuge, und dass es nur von zufälligen Nebenumständen abhänge, wie viel von der hohen Temperatur der eben verbundenen Atome in reversible Arbeit anderer Art verwandelt werde, ist meines Erachtens in Widerspruch mit den Thatsachen, welche zeigen, dass galvanische Ketten auch unter Bindung von Wärme arbeiten können. Ein Process, wie ihn Hr. Braun dort angenommen hat, würde nicht reversibel sein, und also, wenn er bei Auflösung eines Metalls eintritt, nicht auch bei der Ausscheidung desselben in gleicher Weise vor sich

[1] Wiedemann's Annalen Bd. 5 S. 182; Bd. 16 S. 561; Bd. 17 S. 592.

gehen können. Da übrigens der genannte Autor sich neuerdings mit meiner analytischen Formulirung des Princips einverstanden erklärt hat, so wird weitere Discussion dieser theoretischen Frage nicht nöthig sein.

Die grosse Vereinfachung der thermodynamischen Sätze ferner, welche sich durch Darstellung der Energie und Entropie eines Körpersystems durch die Differentialquotienten einer Integralfunction ergiebt, hat vor mir schon im Jahre 1877 Hr. F. Massieu[1] gefunden und wenigstens für zwei Variable vollständig durchgeführt, aber ohne Beziehung auf chemische Processe. Er nennt die entsprechende Integralfunction, die er mit H bezeichnet, welches meinem $(-\mathfrak{F})$ entspricht, die charakteristische Function des Körpers. Ich ziehe vor, für die Function $\mathfrak{F}$ den von mir gewählten Namen der freien Energie beizubehalten, da dieser die wichtige physikalische Bedeutung dieser Grösse deutlicher ausdrückt.

Hr. Massieu hat die Sätze in einer etwas allgemeineren und für die bequemere Durchführung gewisser Rechnungen vortheilhafteren Form dargestellt. Die von mir gegebene Ableitung macht nämlich die Voraussetzung, dass die Parameter p, welche in Verbindung mit der Temperatur ϑ den Zustand des Körpersystems vollständig definiren, so gewählt seien, dass die nach aussen geleistete Arbeit nur von den dp, nicht von $d\vartheta$ abhänge. Allerdings können die Parameter immer dieser Bedingung gemäss gewählt werden; aber die so gewählten können unter Umständen schwer herauszufinden und zu berechnen sein, so dass es bequemer ist, andere Parameter zu brauchen, bei deren Constanz Änderung der Temperatur nicht ohne Arbeit vor sich gehen kann. Die entsprechenden Änderungen der allgemeinen Formeln sind leicht durchzuführen. Bei Hrn. Massieu kommt ein dahin gehöriges Beispiel vor, wo er Druck und Temperatur als Parameter für gasige und tropfbare Körper braucht.

In sehr umfassender und allgemeiner Weise sind endlich die thermodynamischen Bedingungen für moleculare und chemische Vorgänge in Körpersystemen, die aus beliebig vielen verschiedenen Stoffen zusammengesetzt oder gemischt sind, von Hrn. J. W. Gibbs[2] (1878) analytisch entwickelt worden. Hrn. Massieu's charakteristische Function ist darin ebenfalls gefunden und »Kräftefunction für constante Temperatur« genannt. Die allgemeinen Ergebnisse aller dieser Untersuchungen zeigen natürlich keine wesentlichen Unterschiede, so-

[1] Mémoires des Savants étrangers t. XXII; Journal de Physique par d'Almeida t. VI. p. 216.

[2] On the Equilibrium of heterogeneous substances. Transact. Connecticut Acad. III. p. 108—248; 343—524; Silliman's Journal 1878. XVI. p. 441—458.

weit sie einfach Folgerungen aus den wohlbekannten Principien der Thermodynamik sind.

Für die Theorie der galvanischen Polarisation haben nun diese Folgerungen aus der Thermodynamik deshalb grosse Wichtigkeit, weil sich zeigt, dass der Überschuss freier Energie des Knallgases über die des Wassers in hohem Grade von dem Druck abhängt, während die Wärmeentwickelung bei der Verbindung davon fast unabhängig ist. So lange man die elektromotorische Kraft der Polarisation nach letzterer berechnen zu müssen glaubte (was ich selbst in meinen früheren Arbeiten gethan habe), musste sie als eine fast unveränderliche Grösse erscheinen, und das machte gewisse Vorgänge bei der Polarisation eines Voltameters fast unerklärlich. Wenn man aber die elektromotorische Kraft nach der freien Energie berechnet, so erscheint sie im höchsten Grade veränderlich nach der Gassättigung der letzten den Elektroden anliegenden Flüssigkeitsschichten, und dadurch wird die Erklärung eines grossen Theils der Polarisationserscheinungen wesentlich verändert, und das meiste, was bisher räthselhaft war, erscheint verständlich.

Da meine Erklärungsversuche der Vorgänge bei der galvanischen Polarisation durch eine Reihe älterer Aufsätze[1] zerstreut sind, und einiges darin den neuen Gesichtspunkten entsprechend geändert werden muss, so erlaube ich mir, dieselben hier im Zusammenhang zu recapituliren.

Die Grundvoraussetzungen, von denen ich immer ausgegangen bin, sind dabei das Gesetz von der Constanz der Energie und die strenge Gültigkeit von Faraday's elektrolytischem Gesetz gewesen. Letzterem entsprechend halte ich die Voraussetzung fest, dass Elektricität aus der Flüssigkeit an die Elektroden nur unter äquivalenter chemischer Zersetzung übergehen kann, und dass dieser Übergang nicht stattfinden kann, vielmehr die Grenzfläche wie eine vollkommen isolirende Zwischenschicht wirkt, wenn die zur Zerlegung der chemischen Verbindungen nöthige Arbeit nicht durch die vorhandenen elektrischen Kräfte geleistet werden kann.

Wenn in einem Voltameter die beiden Elektroden elektrisch geladen werden und verschiedenes Potential erhalten, so werden zunächst dem Abfall des Potentials entsprechend elektrische Kräfte im Innern der Flüssigkeit wirksam, welche $+E$ gegen die Kathode, $-E$ gegen die Anode treiben. Diese Bewegung der Elektricität geschieht,

---

[1] Monatsberichte der Akad. 1873, S. 587; 1877, S. 713; 1880, S. 285; auch in Poggendorff's Annalen Bd. CL. S. 483—495; Wiedemann's Annalen Bd. III. S. 201 bis 216; Bd. XI. S. 737—759. — Faraday Lecture im Journal of the Chemical Society 1881. June.

so viel wir wissen, niemals ohne eine gleichzeitige Bewegung der Jonen des Elektrolyten, an denen das bewegte + E und — E haftet. Es geht also positiv beladener Wasserstoff (H + • H +) zur negativ geladenen Kathode, und negativ geladener Sauerstoff (— O —) an die positiv geladene Kathode. Wenn es nachher zur Entwickelung der Gase kommt, so sind die ausgeschiedenen Gase elektrisch neutral. Also muss nach dem consequent durchgeführten Princip des Faraday'schen Gesetzes der entwickelte Wasserstoff (H + • H —) sein, und der frei gewordene Sauerstoff, entweder (— O — • + O +), oder (— O +). Da die Molekeln des entwickelten Sauerstoffs aus zwei oder (Ozon) drei Atomen bestehen, so halte ich die erstere Form für wahrscheinlicher. Ozon würde sein: (— O — • + O — • + O +).

Die hierbei entstandene Ansammlung von (H +) an der negativ geladenen Kathode und von (— O —) an der positiven Anode ergiebt zunächst die condensatorischen Ströme zu den sich polarisirenden Elektroden. Bei diesen verhalten sich die beiden Elektrodenflächen nur wie zwei Condensatorflächen von colossaler Capacität, letztere bedingt durch den ausserordentlich geringen, nur molekularen Abstand der entgegengesetzt geladenen beiden Schichten. Verbindet man die beiden Elektroden nach Ausschaltung der Batterie durch einen einfachen Leitungsdraht, so entladen sich die beiden Condensatoren wieder und geben den depolarisirenden Strom. Der hierbei stattfindenden Elektricitätsbewegung, welche die Grenzen des flüssigen Leiters nicht überschreitet, scheinen die chemischen Kräfte innerhalb der Flüssigkeit gar keinen Widerstand entgegenzusetzen, da unter dem Einfluss vertheilender Kräfte sich elektrolytische Leiter ebenso vollständig in elektrostatisches Gleichgewicht setzen, wie metallische. Das zeigt bis zu einem hohen Grade von Genauigkeit Sir William Thomson's Water dropping collector, in dem die schwächsten elektrostatischen Kräfte die Oberfläche der sich lösenden Wassertropfen bis zum vollkommensten elektrostatischen Gleichgewicht zu laden im Stande sind. Ich selbst habe in möglichst luftleer gemachten Zersetzungszellen die bei sehr geringen elektromotorischen Kräften leicht zu constatirende Proportionalität zwischen elektromotorischer Kraft und Grösse der condensatorischen Ladung bis hinab zu 0.0001 Daniell verfolgen können. Dagegen ist der Übergang der Elektricität von den geladenen Jonen der Grenzschicht an das Metall offenbar dem Widerstande der chemischen Kräfte unterworfen. Erst die elektrische Entladung der Jonen löst definitiv die chemische Verbindung. So lange sie nicht entladen sind, können sie noch aus der Ansammlung in den Grenzschichten bei langsamer Schwächung der sie festhaltenden elektrischen Anziehungskraft ohne in Betracht kommende Wärmeentwickelung in

ihre frühere Verbindung zurückkehren. Dies führt zu dem Schlusse, dass der mächtigste und wesentlichste Theil der chemischen Kräfte, der namentlich die eigentlich typischen Verbindungen zusammenhält, in der verschiedenen Anziehung der elementaren Substanzen gegen die beiden Elektricitäten begründet ist. Faraday's Gesetz zwingt dabei zu der Annahme, dass jede Valenzstelle jedes Elements immer mit einem ganzen Äquivalent, sei es positiver, sei es negativer Elektricität geladen sei, und dass die Grösse dieser elektrischen Äquivalente ebenso unabhängig von dem Stoffe ist, mit dem sie sich verbinden, wie die Atomgewichte der einzelnen chemischen Elemente unabhängig sind von den Verbindungen, die sie eingehen, gerade so als wäre die Elektricität selbst in Atome getheilt.

Dass die elektrischen Kräfte, die hierbei in Betracht kommen, durchaus nicht zu klein sind, um die grossen bei den chemischen Scheidungen und Wiedervereinigungen auftretenden Arbeitsbeträge zu leisten, ergiebt sich, wenn man die colossale Grösse der bei diesen Processen ausgetauschten elektrischen Äquivalente berücksichtigt. Meine in der Faraday Lecture veröffentlichte Berechnung ergiebt, dass, wenn das an den Atomen von 1^{mg} Wasser haftende $+E$ auf eine Kugel, das $-E$ auf eine andere 1 Kilometer entfernte ohne Verlust übertragen werden könnte, beide Kugeln sich mit einer Kraft anziehen würden, welche der Schwere von 26800^{kg} gleich sein müsste. Eben wegen der colossalen Grösse dieser Ladungen der Atome sind auch die verhältnissmässig schwachen Anziehungskräfte, welche ein oder zwei Daniell'sche Elemente in einer elektrolytischen Flüssigkeit hervorbringen, verhältnissmässig so grosser Leistungen fähig. Schwach sind diese Kräfte nur den kleinen Mengen freier Elektricität gegenüber, welche durch unsere Elektrisirmaschinen geliefert werden.

Die für die Herstellung elektrischen Gleichgewichts nothwendige Ausbildung der elektrischen Doppelschichten erklärt einen grossen und wesentlichen Theil der Vorgänge bei der Polarisation, nämlich die starken Anfangsströme bei Ladung und Entladung der Elektroden. Erheblich verlängert werden können diese Ströme, wenn gleichzeitig Occlusion[1] eines oder beider Gase in dem Metall der Elektroden vorkommt. Aber keiner dieser beiden Processe erklärt die unbegrenzte Dauer der Ströme bei schwächeren elektromotorischen Kräften.

In meiner Arbeit vom Jahre 1873 habe ich gezeigt, dass der Gehalt der elektrolytischen Flüssigkeit an aufgelösten Gasen, namentlich

---

[1] In meiner Arbeit über »Bewegungsströme am polarisirten Platina« (1880) habe ich diesen Einfluss überschätzt, da ich die Gegenkraft der Wasserzersetzung für unveränderlich hielt. Ich sehe jetzt, dass viele der dort gegebenen Erklärungen sich viel einfacher und folgerichtiger aus der Diffusion der Gase in der Flüssigkeit herleiten lassen.

atmosphärischem Sauerstoff, auf die Stärke dieser dauernden Ströme von grössestem Einfluss ist, und habe das Zustandekommen der davon abhängigen Ströme, der Convectionsströme, erklärt. Dabei kommt in Betracht, dass elektrisch neutral gewordene Gase, die in der Flüssigkeit aufgelöst sind, der Anziehung der elektrisch geladenen Elektroden nicht in der gleichen Weise unterliegen, wie es die elektrisch geladenen Jonen vor ihrer Entladung thun, sondern frei durch die Flüssigkeit diffundiren können. Nehmen wir nun eine stärkere Anziehung des Sauerstoffs zu $-E$ an, so wird neutraler gelöster Sauerstoff an der negativ geladenen Kathode sich ohne Widerstand oder sogar unter Leistung positiver Arbeit zur Unterstützung des Stroms mit $-E$ sättigen können, und dann entweder der Verbindung mit $(H_+ \cdot H_+)$ verfallen, oder eine neue Wanderung als Anion zur Anode antreten, während gleichzeitig an der Anode ein Molekel von $(-O-)$ sich neutralisirt. Die ganze Arbeit der elektromotorischen Kraft der Batterie besteht dann nur darin, dass aufgelöstes neutrales O an der Anode in sauerstoffarmer Flüssigkeit als solches verschwindet, sich negativ ladet und wieder Bestandtheil des Wassers wird, während an der Kathode das Anion des Wassers zu neutralem aufgelösten Sauerstoff wird, aber in sauerstoffreiche Flüssigkeit eintritt. Ein stationärer Strom ist möglich, sobald durch Diffusion so viel gelöster Sauerstoff von der Kathode zur Anode zurückwandert, als durch den Strom als Anion von der Kathode zur Anode geführt wird.

Ich habe seit der Veröffentlichung jener Arbeit mannigfache Versuche angestellt, die letzten Spuren der aufgelösten Gase vollständiger zu beseitigen als dies mir damals gelungen war, aber ohne besseren Erfolg. Ich habe die Berührung der elektrolytischen Flüssigkeit mit dem Quecksilber der damals gebrauchten Quecksilberpumpe beseitigt, weil der Verdacht nicht ganz sicher auszuschliessen war, dass minimale Spuren aufgelöster Quecksilbersalze sich bilden könnten. Ich habe in einer zugeschmolzenen Zelle[1] die atmosphärische Luft durch elektrolytisch entwickeltes Knallgas auszuwaschen und letzteres wieder durch den Einfluss einer wasserstoffhaltigen Palladiumplatte zu beseitigen gesucht, die den Sauerstoff wieder zu Wasser machen, den Wasserstoff unter dem Einflusse elektrischer Ströme occludiren sollte. Das Wasser in der Zelle klapperte scharf wie in einem Pulshammer, aber dauernde elektrische Ströme waren immer noch da.

Was man mit solchen Zellen erreichen kann, habe ich in neuerer Zeit einfacher mit kleinen aus Glas geblasenen Zellen erreicht, welche sich an das obere Ende eines Barometerrohrs anschliessen. Am besten

---

[1] Faraday Lecture. Fig. 1.

lässt man vier Elektroden von Platindraht im Kreuze einander gegenüberstehend einschmelzen, von denen man zwei platiniren kann. So kann man beliebige Mengen Knallgas durch zwei der Elektroden entwickeln, und die beiden anderen zu den Messungen der Polarisation brauchen. Das untere Gefäss des Barometers wird durch eine doppelhalsige Flasche gebildet, in deren einem Halse das Barometerrohr luftdicht eingekittet ist. Der andere Hals enthält ein kürzeres Glasrohr, durch welches man Flüssigkeiten und Quecksilber einfüllen oder mittels einer Pipette entfernen kann. Dasselbe Rohr kann auch mit einer Wasserluftpumpe verbunden werden, um die Luft aus der Barometerzelle zu entfernen. Wenn man die in dieser enthaltene Flüssigkeit bis 30° oder 40° C. erwärmt, giebt sie grosse Volumina Dampf aus, die die letzten Spuren Luft austreiben. Sobald man langsam die Luft wieder in die Flasche eindringen lässt, steigt das Quecksilber im Barometerrohr empor, bis zu der um den Wasserdampfdruck verminderten Barometerhöhe. Aus diesen Apparaten ist neugebildetes Gas immer leicht wieder zu entfernen und sehr vollständiges Auskochen ist möglich.

Indessen überzeugt man sich immer wieder, dass ein Zustand der Flüssigkeit, wobei ein hinreichend empfindlicher Multiplicator nicht auch bei Kräften kleiner als ein Daniell dauernde Ströme anzeigte, nicht zu erreichen ist. Ich habe in den letzten Jahren ein Siemens'sches Instrument mit astatischen Glockenmagneten angewendet, bei welchem in der gewählten Aufstellung ein Scalentheil einer Intensität von 10^{-9} Ampère entspricht. Ein solcher noch vollkommen sicher zu beobachtender Strom würde 334 Jahre brauchen, um 1^{mg} Wasser zu zersetzen. Wenn also nur 1^{cmm} Knallgas von 0° und 760^{mm} Quecksilberdruck (0.0005^{mg}) im Wasser aufgelöst wäre, brauchten dessen Bestandtheile in 36 Tagen nur einmal von der Anode zur Kathode zu wandern, um den angezeigten Strom zu geben.

Ebenso zeigte sich auch in den möglichst luftleer gemachten Zellen durchaus nicht, dass die Polarisation eine oberste Grenze erreicht hatte, wenn die Entwickelung der Gasbläschen begann, und also die elektromotorische Kraft der Batterie gross genug geworden war, den Widerstand der chemischen Kräfte zu bewältigen, sondern es stieg noch immer die Gegenkraft der Polarisation mit der Steigerung der Kraft der galvanischen Batterie, wenn längst schon lebhafte Gasentwickelung vorhanden war.

Überhaupt ist bei allen den Graden elektromotorischer Kraft, die der Grenze der Gasentwickelung nahe liegen, in dem Verhalten des Stromes nichts zu entdecken, was eine plötzlich eintretende Überwältigung der chemischen Kräfte durch die elektrischen anzeigte.

Für diese Schwierigkeiten eröffnet nun die thermodynamische Theorie einen willkommenen Ausweg, indem sie zeigt, dass, wenn die gebildeten Gase sich in der elektrolytischen Flüssigkeit auflösen, der durch den Strom zu überwindende Widerstand der chemischen Kräfte immer grösser und grösser werden muss, je mehr von den ausgeschiedenen Gasen rings um die Elektroden aufgelöst ist, und dass der Antheil der Gase keineswegs unerheblich ist, sondern jeden beliebigen positiven Werth zwischen o und ∞ annehmen kann.

Dass die Wasserzersetzung bei hohem Druck selbst bei elektromotorischen Kräften von drei bis vier Daniell aufhören kann, ist von Hrn. Werner Siemens[1] gezeigt worden. Leider fehlen Angaben über die Grösse des erreichten Drucks und über die Intensität des gleichzeitig eingetretenen Convectionsstroms, der den für die chemische Arbeit verwendbaren Theil der elektromotorischen Kraft erheblich herabsetzen musste.

Thermodynamische Berechnung der freien Energie des Knallgases.

Ich bezeichne mit U_g die gesammte innere Energie für 1^{gr} Knallgas, wobei die beiden Gase aber als nicht mit einander gemischt angenommen werden.[2] U_g sei Function der Temperatur und der Dichtigkeit beider Gase, welche drei Grössen die unabhängigen Variablen des Problems bilden. U_w sei die gesammte innere Energie von 1^{gr} Wasser bei derselben absoluten Temperatur ϑ, für welche U_g bestimmt ist. Dann ist $(U_g - U_w)$ das Arbeitsäquivalent der Wärme, welche bei der Verbrennung des Knallgases und seiner Überführung in tropfbar flüssiges Wasser entwickelt wird. Zu bemerken ist nur, dass wenn die Gase vor und bei der Verbrennung unter atmosphärischem Druck stehen, auch noch Wärme durch diesen Druck entwickelt wird, indem das Volumen der Gase sich auf das des Wassers verkleinert. Letztere Wärmemenge Q ist

$$Q = \frac{pv}{\mathfrak{J}}$$

wenn p den normalen Atmosphärendruck, v das Volumen von 1^{gr} Knallgas unter dem Drucke p, und $\mathfrak{J}$ das mechanische Äquivalent der Wärmeeinheit bezeichnet.

Die entwickelte Wärme muss aber innerhalb solcher Temperatur-

[1] Gesammelte Abhandlungen und Vorträge. S. 445.

[2] Mischung derselben würde die freie Energie ändern, wie Lord Rayleigh nachgewiesen hat (Philosophical Magazine. 1875. April). S. auch L. Boltzmann Sitzb. der K. Akad. der Wissensch. zu Wien. Bd. LXXVIII. II. Abth. 10. October 1878.

grenzen, wo die specifische Wärme des Wassers und der Gase sich nicht merklich ändert, von der Form sein:

$$U_g - U_w = C - \mathfrak{J} \cdot \mathfrak{k} \cdot \vartheta \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \Big\} \; 1$$

$$\mathfrak{k} = 1 - \frac{2\alpha_h \cdot \gamma_h + \alpha_o \cdot \gamma_o}{2\alpha_h + \alpha_o}$$

worin α_h und α_o die Atomgewichte des Wasserstoffs und Sauerstoffs, γ_h und γ_o aber die specifischen Wärmen für constantes Volum bedeuten. Wenn die Gase constantes Volumen behalten und man die durch die sehr kleinen Volumenänderungen des Wassers zu leistende mechanische Arbeit vernachlässigt, bleibt bei Temperatursteigerungen nur die durch die Wärmeaufnahme bedingte Änderung der inneren Energie zu berücksichtigen.

Aber auch Volumenänderungen der Gase haben keinen merklichen Einfluss auf die Werthe von U, da beide Gase sehr nahehin die Bedingung des vollkommenen Gaszustandes erfüllen, wonach die äussere Arbeit das genaue Äquivalent der verschwundenen Wärme ist und daher nach Wiederherstellung der früheren Temperatur die Änderung im Werthe von U wieder ausgeglichen ist. Die Zahlenwerthe der obigen Formel ergeben sich, wenn man mit v das Volumen von je 1^{gr} eines Gases unter dem Drucke p und bei der Temperatur ϑ bezeichnet, und

$$\frac{p \cdot v}{\vartheta} = R \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \Big\} \; 1_a$$

setzt, ferner die specifische Wärme bei constantem Druck mit c bezeichnet, wie folgt:

$$\alpha_h = 1 \qquad\qquad \alpha_o = 16$$

$$\mathfrak{J} \cdot \gamma_h = \mathfrak{J} \cdot c_h - R_h \qquad\qquad \mathfrak{J} \cdot \gamma_o = \mathfrak{J} c_o - R_o$$

Nach Regnault ist

$$c_h = 3.4090$$
$$c_o = 0.2175$$
$$v_h = 11163.6 \cdot \frac{cm^3}{g} \text{ für } 0^\circ \text{ und } 760^{mm} \text{ Quecksilberdruck,}$$

also

$$\gamma_h = 2.29965$$
$$\gamma_o = 0.17371$$
$$\mathfrak{k} = 0.58007.$$

Aus den bei 0° im Eiscalorimeter angestellten Versuchen der HH. Schuller und Wartha (Wiedemann's Annalen II. S. 378, Werthe α) ergiebt sich als Mittelwerth der durch 1^{gr} H bei der Verbrennung zu flüssigem Wasser entwickelten Wärme 34123.56 Calorien, also für

1^{gr} H_2O 3791.5 Calorien. Die Arbeit der Atmosphäre hat davon 45.232 Calorien geliefert; es bleiben 3746.268 für den chemischen Process bei 0°. Daraus ergiebt sich die Constante C der Gleichung 1:

$$C = \mathfrak{J} \cdot 3904.63.$$

Nach den von mir in meiner Mittheilung vom 2. Februar 1882 gebrauchten Bezeichnungen ist die gesammte Energie eines körperlichen Systems aus dem Werthe seiner freien Energie $\mathfrak{F}$ zu finden durch die folgende Beziehung (l. c. S. 12 Gleichung 1^h):

$$U = \mathfrak{F} - \vartheta \cdot \frac{\partial \mathfrak{F}}{\partial \vartheta}$$

oder

$$-\frac{U}{\vartheta^2} = \frac{\partial}{\partial \vartheta}\left[\frac{\mathfrak{F}}{\vartheta}\right].$$

Setzt man in diese Gleichung den Werth von $U_g - U_w$ aus Gleichung 1 und integrirt, so erhält man

$$\mathfrak{F}_g - \mathfrak{F}_w = C + \mathfrak{J} \cdot \mathfrak{k} \cdot \vartheta \cdot \log \vartheta + \vartheta \cdot \phi \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \} 1_b.$$

Hierin ist ϕ die Integrationsconstante, welche nicht von ϑ, wohl aber von v_h und v_0 abhängig sein kann.

Deren Abhängigkeit von den letztgenannten Grössen bestimmt sich, wenn man die Arbeit für Volumänderungen der einzelnen Gase berechnet. Es ist nur der Summand $\mathfrak{F}_g$, der von beiden Grössen abhängen kann:

$$\frac{\partial \mathfrak{F}_g}{\partial v_h} = \frac{-2p_h\alpha_h}{2\alpha_h + \alpha_0}, \text{ und } \frac{\partial \mathfrak{F}_g}{\partial v_0} = \frac{-p_0\alpha_0}{\alpha_0 + 2\alpha_h}.$$

Benutzt man die obige Gleichung 1_a, so ergiebt sich

$$\frac{\partial \mathfrak{F}_g}{\partial v_h} = -R_h \cdot \frac{\vartheta}{v_h} \cdot \frac{2\alpha_h}{2\alpha_h + \alpha_0} \text{ und } \frac{\partial \mathfrak{F}_g}{\partial v_h} = -R_0 \cdot \frac{\vartheta}{v_0} \cdot \frac{\alpha_0}{2\alpha_h + \alpha_0}.$$

Aus Gleichung 1_b dagegen

$$\frac{\partial \mathfrak{F}_g}{\partial v_h} = \vartheta \cdot \frac{\partial \phi}{\partial v_h} \text{ und } \frac{\partial \mathfrak{F}_g}{\partial v_0} = \vartheta \cdot \frac{\partial \phi}{\partial v_0}.$$

Also ist

$$\phi = -R_h \frac{2\alpha_h}{2\alpha_h + \alpha_0} \cdot \log v_h - R_0 \cdot \frac{\alpha_0}{2\alpha_h + \alpha_0} \cdot \log v_0 + H' \ldots . \} 1_c,$$

worin H′ eine Integrationsconstante bezeichnet.

Der Gesammtwerth der freien Energie, den die getrennten Gase mehr haben, als das Wasser, ergiebt sich daraus:

$$\mathfrak{F}_g - \mathfrak{F}_w = C + \mathfrak{J}\cdot\mathfrak{k}\cdot\vartheta\cdot\log\left(\frac{\vartheta}{\vartheta_0}\right) - \vartheta\cdot\left[\frac{R_h\cdot 2\alpha_h}{2\alpha_h+\alpha_0}\log(v_h) + R_0\frac{\alpha_0}{2\alpha_h+\alpha_0}\log(v_0) + H\right] \Big\} \, 1_c$$

worin

$$H = H' + \mathfrak{J}\cdot\mathfrak{k}\cdot\log(\vartheta_0)$$

nur einer anderen Bezeichnung der Integrationsconstante entspricht, und ϑ_0 irgend eine passend gewählte Normaltemperatur, z. B. die des schmelzenden Eises bezeichnet.

Zu bemerken ist übrigens, dass für die vollkommenen Gase nach Avogadro's Gesetz

$$R_h\alpha_h = R_0\alpha_0 \ldots\ldots\ldots\ldots \Big\} \, 1_d$$

Die Gleichung 1_c zeigt an, dass die durch Vereinigung der Gase zu leistende Arbeit allerdings und in sehr wesentlicher Weise von ihrer Dichtigkeit vor der Vereinigung abhängt, während dies für ihre Verbindungswärme nicht der Fall ist, falls nicht dabei fremde Arbeit z. B. die der Atmosphäre hinzukommt. Da die Volumina v_h und v_0 alle positiven Werthe von o bis ∞ annehmen können, so können ihre Logarithmen von $-\infty$ bis $+\infty$ steigen, und da die übrigen Grössen der rechten Seite von Gleichung 1_c alle nothwendig endlich sind, könnte auch der Werth von $\mathfrak{F}_g - \mathfrak{F}_w$ von $-\infty$ bis $+\infty$ gehen; oder da negative Werthe die Möglichkeit der Verbrennung ausschliessen, mindestens von o bis $+\infty$.

Arbeitsäquivalent gelöster Gase.

Bei elektrolytischer Zersetzung treten die Gase zuerst in Lösung in der elektrolytischen Flüssigkeit auf und erst, wenn in den die Elektroden berührenden Grenzschichten die aufgelöste Menge die Grenzen der Sättigung überschreitet, die bei dem gegebenen Drucke eintreten kann, werden sie sich in Bläschen ausscheiden.

Wenn ein Gas in dem Volumen V von Wasser unter dem Drucke p zur Sättigung aufgelöst ist, so ist die aufgelöste Menge m gegeben durch die Gleichung

$$\frac{bp}{\vartheta} = R\cdot\frac{m}{V} \ldots\ldots\ldots\ldots \Big\} \, 2$$

worin b der Bunsen'sche Absorptionscoefficient ist, der übrigens selbst eine Function der Temperatur bildet.

Wenn die Menge dm aus der Flüssigkeit austritt, so leistet sie einen ersten Theil der Arbeit

$$-d\mathfrak{F}_1 = p\cdot v\cdot dm.$$

Soll nun weiter das ausgetretene Gas in einen Normalzustand übergeführt werden, der durch den Index ı angezeigt werden mag, so ergiebt dies einen zweiten Theil der Arbeit:

$$-d\mathfrak{J}_2 = dm\int_v^{v_1} p \cdot dv$$

$$= dm \cdot p_1 \cdot v_1 - dm\int_p^{p_1} v \cdot dp - dm \cdot p \cdot v.$$

Also die gesammte Arbeit, die der Austritt der Menge dm des Gases aus der Flüssigkeit und Übergang desselben in den gewählten Normalzustand leistet, ist:

$$-d\mathfrak{J} = -(d\mathfrak{J}_1 + d\mathfrak{J}_2)$$

$$\left.\begin{aligned} &= \vartheta \cdot R \cdot dm\left[1 - \log \cdot \left(\frac{p_1}{p}\right)\right] \ldots\ldots\ldots\ldots \\ &= \vartheta \cdot R \cdot dm\left[1 + \log \cdot \left(\frac{v_1}{v}\right)\right] \ldots\ldots\ldots\ldots \\ &= \vartheta \cdot R \cdot dm\left[1 - \log \cdot \left(\frac{m_1}{m}\right)\right] \ldots\ldots\ldots\ldots \end{aligned}\right\} 2_a$$

In der letzten Gleichung bezeichnet m_1 die Menge des Gases, die unter dem Drucke p_1 des Normalzustandes aufgelöst sein würde.

Diese Gleichungen zeigen an, dass bei abnehmenden Werthen von m steigende Arbeit nöthig ist, um die gleiche Menge dm des Gases aus der Flüssigkeit wegzunehmen; dass also die Flüssigkeit die letzten Portionen des aufgelösten Gases mit einer bis unendlich steigenden Kraft festhält, beziehlich heranzieht.

Wenn also bei der Zersetzung des Wassers die freigewordenen Elemente sich nicht als Gase unter dem Drucke p_1 entwickeln, sondern im Wasser gelöst bleiben, so wird $d\mathfrak{J}$ berechnet für 1^{gr} Knallgas von der bei der Zersetzung des Wassers zu leistenden Arbeit als noch nicht geleistet abzuziehen sein. Für 1^{gr} Wasser giebt dies also

$$\mathfrak{J}_g - \mathfrak{J}_w = C + \mathfrak{I} \cdot \mathfrak{k} \cdot \vartheta \cdot \log \cdot \left(\frac{\vartheta}{\vartheta_0}\right)$$

$$\left. + \vartheta \left\{ R_h \cdot \frac{2\alpha_h}{2\alpha_h + \alpha_0}\left[1 - \log(v_h)\right] + R_0 \frac{\alpha_0}{2\alpha_h + \alpha_0}\left[1 - \log v_0\right] - H \right\} \ldots \right\} 3.$$

Hierin bedeuten v_h und v_0 die specifischen Volumina, welche über der Flüssigkeit stehendes Gas haben müsste, um denselben Grad der Sättigung hervorzubringen, den das in den Grenzschichten an der Elektrode gelöste Gas hat. Auch in diesem Falle kann also, wenn noch sehr wenig Gas gelöst ist, und die betreffenden v daher sehr gross sind, der Werth $(\mathfrak{J}_g - \mathfrak{J}_w)$ gleich Null oder selbst negativ werden.

Stabiles Gleichgewicht der chemischen Kräfte ist hiernach im Wasser überhaupt nur bei einem gewissen minimalen Grade der Dissociation seiner Elemente möglich, und andererseits wird um so geringerer Arbeitsaufwand durch eine dazu angewendete elektromotorische Kraft nöthig sein, um neue Zersetzung hervorzubringen, je weniger von den betreffenden Gasen im Wasser schon aufgelöst ist. Es wird also ein Convectionsstrom durch wässerige Elektrolyte auch bei den schwächsten elektromotorischen Kräften streng genommen niemals ganz fehlen können; bei stärkeren Kräften wird der Gehalt an aufgelösten Gasen und damit auch die Stärke des Convectionsstromes wachsen müssen. Andererseits erklärt es sich aus der Langsamkeit der Diffusionsprocesse, dass es viele Tage dauern kann, ehe bei constant gehaltener elektromotorischer Kraft der stationäre Zustand der Gaslösung und des Stromes sich ausbildet. Auch erhellt hieraus, dass jede Bewegung der Flüssigkeit, sei sie nun durch mechanische Ursachen oder durch Temperaturungleichheiten hervorgerufen, Änderungen der Stromstärke, meistentheils Steigerungen derselben hervorrufen muss, da sie die Ordnung der Flüssigkeitsschichten von verschiedenem Gasgehalt stört. Aus beiden Umständen ergiebt sich eine grosse Schwierigkeit für die Ausführung der Versuche über den stationären Zustand, da dieselben sehr lange Zeit in Anspruch nehmen und die Störung durch Erschütterungen, wenigstens im Innern einer grossen Stadt, kaum zu vermeiden sind. Galvanische Ketten von hinreichender Constanz lassen sich bei der geringen Intensität dieser Ströme mit Hülfe der Calomelelemente oder anderer ähnlicher Combinationen gut herstellen. Nur habe ich in meinen neuesten Versuchsreihen die Vorsicht gebraucht, die zur Messung der elektromotorischen Kräfte dienenden Elemente dieser Art immer nur compensirt und daher nahehin stromlos anzuwenden und die elektromotorische Kraft derjenigen, welche dauernde Ströme zu geben hatten, von Zeit zu Zeit durch die der stromlosen zu bestimmen.

Wenn wir zur Messung der elektrischen Ströme Ampère's, Volt's und Ohm's gebrauchen, ist $AJt = J^2 Wt$ die Arbeit der elektromotorischen Kraft A bei der Stromstärke J während der Zeit t, ausgedrückt in den entsprechenden Einheiten cg. 10^{-9}, cm. 10^9 und Secunden. Die Einheit der Arbeit wäre das von Sir William Siemens vorgeschlagene Watt, welches 10 Millionen Mal grösser ist, als das in g, cm. und secd. berechnete Arbeitsmaass des C. G. S.-System, welches wir der Berechnung der Gasarbeit zu Grunde gelegt haben.

Wenn wir mit η die Menge Wasser bezeichnen, welche ein Ampère in der Secunde zersetzt (nach Hrn. F. Kohlrausch[1] $\eta = 0.00009476$),

[1] Pogg. Ann. Bd. 49 S. 175. (Dort für 1 Weber in mg. gegeben.)

so ergiebt sich für die Arbeit, welche ein Ampère bei der Wasserzersetzung in der Secunde liefert:

$$A = 10^{-7} \cdot \eta\, (\mathfrak{J}_g - \mathfrak{J}_w) \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \} 3_a.$$

Wenn wir bei der Substitution des Werthes der letzteren Parenthese aus Gleichung 3 den Werth derjenigen elektromotorischen Kraft mit A_a bezeichnen, welcher eintritt, wenn die sich entwickelnden Gase unter atmosphärischem Druck p_a stehen, so ist

$$v_h = R_h \cdot \frac{\vartheta}{p_a} \quad \text{und} \quad v_o = R_o \cdot \frac{\vartheta}{p_a}$$

also

$$\left.\begin{aligned} A_a &= 10^{-7} \cdot \eta \left\{ C + \mathfrak{Z} \cdot \mathfrak{k}_a \cdot \vartheta \cdot \log\left(\frac{\vartheta}{\vartheta_o}\right) + \vartheta \left\{ R_h \cdot \frac{2\alpha_h}{2\alpha_h + \alpha_o} \log(p_a) + R_o \cdot \frac{\alpha_o}{2\alpha_h + \alpha_o} \log(p_a) - H_a \right\} \right\} \\ \mathfrak{k}_a &= \frac{2\alpha_h (1 - c_h) + \alpha_o (1 - c_o)}{2\alpha_h + \alpha_o} = 0.5970 \\ H_a &= H + \mathfrak{Z} \cdot \mathfrak{k}_a \log(\vartheta_o) - R_h \cdot \frac{2\alpha_h}{2\alpha_h + \alpha_o} [1 - \log R_h] - R_o \cdot \frac{\alpha_o}{2\alpha_h + \alpha_o} [1 - \log R_o] \end{aligned}\right\} 3_b$$

Dagegen ist für andere Werthe des Druckes der gelösten Gase

$$A = A_a + 10^{-7} \cdot \eta \cdot \vartheta \cdot \left\{ R_h \cdot \frac{2\alpha_h}{2\alpha_h + \alpha_o} \log\left(\frac{p_h}{p_a}\right) + R_o \frac{\alpha_o}{2\alpha_h + \alpha_o} \log\left(\frac{p_o}{p_a}\right) \right\} \ldots\ldots \} 3_c$$

Um zunächst nur eine angenäherte Vorstellung von dem Grade der Veränderlichkeit der elektromotorischen Kraft zu geben, benutze ich den Werth von A_a, der sich mir aus den Versuchen an den barometrischen Zellen für das erste Aufsteigen von Gasbläschen ergab:

$$A_a = 1.6447 \text{ Volt.}$$

Wenn nur Knallgas in der Flüssigkeit gelöst ist, und wir mit $\mathfrak{p}$ den Druck bezeichnen, den das befreite Gas in einem Volumen haben würde, welches dem der Flüssigkeit gleich wäre, so ist

$$\tfrac{2}{3}\mathfrak{p} = b_h \cdot p_h \quad \text{und} \quad \tfrac{1}{3}\mathfrak{p} = b_o \cdot p_o \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \} 3_d$$

Die Absorptionscoefficienten b sind nach R. Bunsen bei 20° C

$$b_h = 0.0193$$
$$b_o = 0.0480.$$

Aus diesen Daten ergiebt sich für $A = 0$ aus Gleichung 2_b

$$\mathfrak{p} = \frac{p_a}{3.420 \cdot 10^{38}} = p_a \cdot 0.2923 \cdot 10^{-38},$$

oder $0.2655^{grm} \cdot 10^{-36}$ Knallgas im Cubikcentimeter der Flüssigkeit, während man bisher mit den besten Quecksilberluftpumpen nur etwa bis $p_a \cdot 10^{-8}$ gelangt ist.[1] Für alle chemischen und selbst für alle galvano-

[1] E. Bessel Hagen in Wiedemann's Annalen Bd. 12 S. 438.

metrischen Prüfungen wird ein solches Quantum als unwahrnehmbar betrachtet werden müssen.

Die Differenz $(A_a - A)$ würde also durch Einführung und Steigerung einer elektromotorischen Kraft A etwa auf ein Viertel von A_a (also $A = 1.2$ Volts, etwa ein Daniell) zurückgeführt werden müssen, ehe das aufgelöste Gas anfangen könnte wahrnehmbar zu werden.

Wenn man das $\mathfrak{p}$ so wählt, dass es der Zersetzung durch einen Strom von einem Scalentheil meines Galvanometers während einer Secunde entspricht und das entstandene Gas in ein Cubikcentimeter der Flüssigkeit zusammengedrängt annimmt, also

$$\mathfrak{p} = \frac{\eta \cdot 10^{-9}}{v_h}$$

so ergiebt sich aus den Gleichungen 3_c und 3_d der Werth

$$A_a - A = 0.33745$$
$$A = 1.3 \text{ Volt.}$$

Da etwa 100 Cubikcentimeter Wasser in meinen barometrischen Zellen waren, die bei stationärer Strömung mit jedem der Gase im Mittel halb so stark beladen sein mussten, als angenommen wurde, so hätte der Dissociationsstrom hierbei schon eine Ablenkung von einem Theilstrich durch 50 Secunden geben können. Wir können dies etwa als die Grenze seiner galvanometrischen Wahrnehmbarkeit betrachten.

Wenn dagegen die volle elektromotorische Kraft A_a eintritt, so muss die Parenthese der rechten Seite von 3_c gleich Null werden, d. h.

$$\frac{\mathfrak{p}}{p_a} = 0.04942$$

was einem Strome entspräche, dessen Zeitintegral für 100 Cubikcentimeter Flüssigkeit 2176 Millionen Scalentheile mal Secunden ausmachte.

In der That haben schon meine unter dem 11. März 1880[1] mitgetheilten Versuche ergeben, dass auffallend viel stärkere und andauernde Ströme auftreten, wenn die elektromotorische Kraft etwas über die Grenze von einem Daniell gesteigert wird, als bei geringeren Kräften der Fall war, und dasselbe hat sich auch regelmässig in den neueren Versuchen gezeigt. Um diese stärkeren Ströme an der Grenze der Gasentwickelung überhaupt nur beobachten zu können, musste ich den durch das Galvanometer gehenden Theil des Stromes sehr erheblich, nämlich auf $\frac{1}{630}$ herabsetzen. Die übrig bleibenden Convectionsströme entsprachen etwa 0.001 Ampère. Aber auch wenn

[1] Siehe meine »Wissenschaftliche Abhandlungen« I. Bd. 903.

diese Stromstärken ganz zur Gasentwickelung verbraucht würden, würde es 36 Minuten dauern, ehe die zur Sättigung nöthige Gasmasse entwickelt ist. In Wahrheit dauert es viele Stunden oder selbst Tage, weil der grösste Theil des betreffenden Stromes nicht der Entwickelung, sondern nur der Diffusion des schon entwickelten Gases entspricht.

Der Temperaturcoefficient der Kraft A_a ergiebt sich aus den obigen Formeln und Werthen sehr klein, nämlich nahehin $\frac{1}{3000}$ des Werthes als Abnahme für 1° C.

Bildung der Gasblasen.

Wenn die Sättigung der den Elektroden benachbarten Schichten mit Gas gross genug geworden ist, dass bei dem auf der Flüssigkeit lastenden Drucke, sich Gasbläschen bilden können, so beginnen diese aufzusteigen. Die Gasbläschen enthalten nur das an der betreffenden Elektrode sich ausscheidende Gas und die der Temperatur entsprechende Menge von Wasserdämpfen. Sie stehen unter dem Druck der Gasmasse, die über der Flüssigkeit steht, ferner der Wassersäule, die sich über ihnen befindet, endlich der Capillarspannung der kugeligen Grenzfläche des umgebenden Wassers. Der Druck im Innern einer kugeligen Capillarfläche ist bekanntlich

$$p = \frac{2T}{r},$$

wenn r den Radius der Kugel und T die Spannung der Capillarfläche bezeichnet. Setzen wir die letztere nach den Bestimmungen von Hrn. G. Quincke gleich der Schwere von 8.253^{mg} wirkend durch ein Millimeter, so ist in einem Bläschen von 0.1^{mm} Radius der Druck p gleich dem von 12.14^{mm} Quecksilber; bei sehr feinen Bläschen von 0.01^{mm} Radius würde er das Zehnfache davon ausmachen. Es ergiebt sich daraus eine erhebliche Schwierigkeit für die erste Bildung der entstehenden Bläschen, welche auch in dem grossen Siedeverzug luftfreier Flüssigkeiten bekanntlich sehr auffällig hervortritt. Im Allgemeinen scheint die Bildung der Blasen an der Berührungsfläche der Flüssigkeit mit einer Wand, der sie nicht stark anhaftet, am leichtesten zu gelingen. Wie grossen Einfluss hierbei die Natur der Wand hat, ist aus dem Studium der Siedeverzüge wohl bekannt. Auch in Wasser gelöste Kohlensäure entwickelt sich viel reichlicher an Metallen, namentlich edlen, als an Glas und an rauhen oder scharfeckigen Stellen des Glases mehr als an ganz glatten. Die elektrolytischen Gase zeigen ein entsprechendes Verhalten. Man muss anfangs eine grössere elektromotorische Kraft gebrauchen, um die ersten Blasen zu erhalten, als nachher nöthig ist, um die Entwickelung zu unterhalten. Wenn diese

begonnen hat, kann man in kleinen Schritten zu schwächeren Kräften absteigen. Dann steigen die Blasen schliesslich nur noch von einer oder einigen wenigen Stellen des Drahtes auf. Unterbricht man aber die Entwickelung auch nur auf wenige Minuten durch zu grosse oder zu schnelle Abschwächung der elektromotorischen Kraft, so muss man von Neuem eine viel grössere Kraft zur Einleitung eines neuen Blasenstroms einführen. Offenbar hatte sich dann die Risstelle zwischen Flüssigkeit und Elektrode geschlossen, und muss neu gebildet werden.

Es kann daher der Anfang der Gasentwickelung von vielen kleinen Zufälligkeiten an der Oberfläche der Elektrode abhängen. Platinirtes Platin bildet leichter Blasen als glattes.

Auf die elektromotorische Gegenkraft des Voltameters, d. h. auf die Grösse, die man gewöhnlich als Stärke der Polarisation zu bezeichnen pflegt, muss die Gasentwickelung einen wesentlichen Einfluss haben, insofern die chemische Arbeit nach dem oben gegebenen Theorem von der Gasbeladung der letzten Flüssigkeitsschichten abhängt, und diese durch die Entwickelung der Gasblasen herabgesetzt wird. Darin könnte auch die Erklärung für die verschiedene elektromotorische Kraft der galvanischen Elemente mit einer Flüssigkeit liegen, in denen sich Wasserstoff an verschiedenen Metallen entwickelt. Wo die Blasen sich schwer bilden, wird sich der Wasserstoff in einer mit diesem Gase stärker gesättigten Flüssigkeit ausscheiden müssen, was mehr freie Energie verlangt. Dies könnte an den unedlen Metallen im Gegensatz zum Platin der Fall sein, und ihr abweichendes Verhalten erklären. Diese Umstände erschweren nun auch in hohem Grade die Messung der elektromotorischen Kräfte, welche im gegebenen Falle nöthig sind, um eine andauernde Gasentwickelung einzuleiten, und zwar ist das Hinderniss für die Blasenbildung verhältnissmässig grösser in den Fällen, wo die Flüssigkeit geringere Gasmengen enthält, weil aus diesen schwerer die Gasmenge an einem Punkte zu sammeln sein wird, welche nöthig ist, um den bei gleicher Grösse der Gasblasen gleich bleibenden Druck der capillaren Fläche im Gleichgewicht zu halten. Hierzu wird bei gleich grossen Blasen immer dieselbe Menge Gas herbeigeschafft werden müssen, während die Menge, welche den Druck der über der Flüssigkeit stehenden Atmosphäre trägt, diesem Drucke proportional ist, so dass in demselben Maasse weniger Gas zur Füllung der Blase verlangt wird, als die Flüssigkeit weniger davon enthält.

In der That fand ich, dass bei möglichst vollständiger Entfernung des Gases über der Flüssigkeit Blasen sich bei geringerer elektromotorischer Kraft entwickelten, als wenn der Druck des Knallgases über der Flüssigkeit $^1/_3$ oder $^1/_2$ Atmosphäre betrug. Aber die Unterschiede waren nicht so gross, als nach der Theorie zu erwarten wäre. Ich

